第2巻 第13号 昭和43年4月1日発行(毎月1回発行)昭和42年4月10日第三種郵便物認可 昭和42年6月9日国鉄東局特別扱承認雑誌第2656号

# COMPUTOPIA

未来社会を創る・コンピュートピア

1968

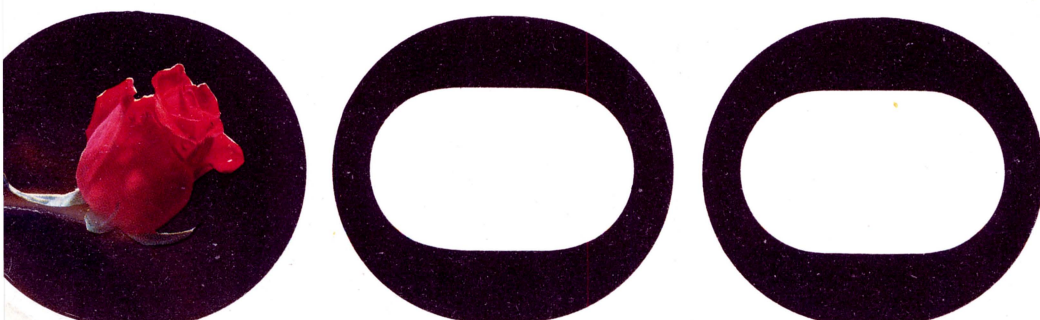
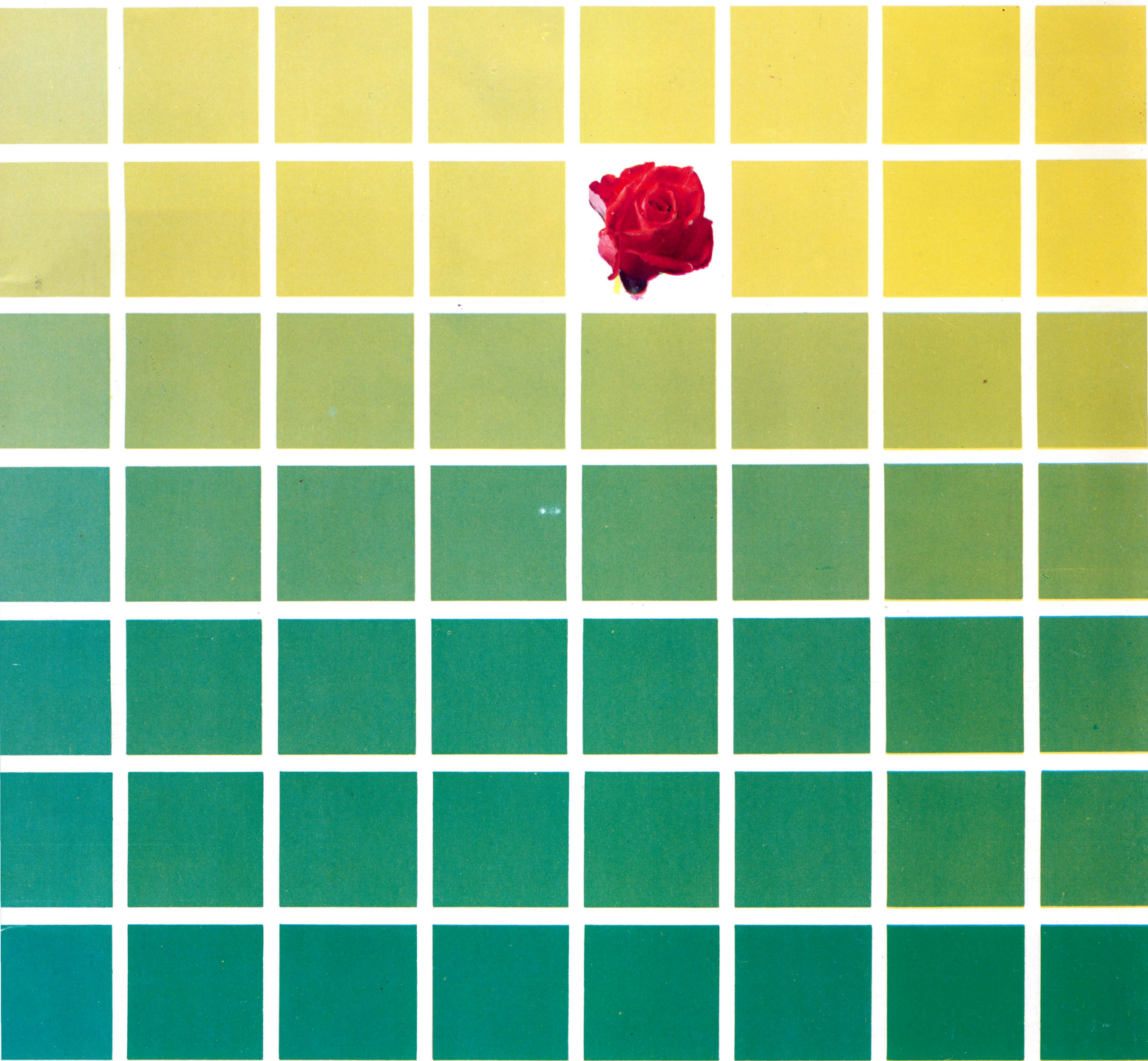
4

## 創刊一周年記念特大号

特集 ネオ・サイエンス

コンピュータ時代の科学と応用

# バラの色は　だれが決める？

色鮮かなバラ１輪…だれがやっても同じ枝から必ず同じ美しいバラが咲くわけではありません。たとえバラ作りの名人でも、しばしばカンがはずれて、みじめな結果に終ります。カンの頼りなさ、危険さは、あなた自身十分ご経験ずみのことでしょう。それなのに、最も変動の激しい、危険性の大きい企業競争の場で、なぜカンという頼りない相手によりかかっているのですか？すでにカンに頼る経営の時代は終っています。いまやMIS時代！電子計算機をベースとするMIS（経営情報システム）の確立こそ、きびしい経営環境の真只中で生きぬく唯一のきめてです。こうした時代の要請に応え、抜群の経済性・使いやすさ・処理能力を持ち、小型・中型を問わずあらゆるレベルでの本格的MISを実現する最新の国産電子計算機ＯＵＫ9000シリーズ！9200，9300，9400……これら一連の9000シリーズこそ企業の未来をバラ色にする，最先端の戦略武器です。

# システム

沖電気工業株式会社

沖ユニバック株式会社

日本レミントン・ユニバック株式会社

**※昭和43年4月1日より社名を「日本ユニバック株式会社」に変更致します**

協力 サンケイ新聞社
日本工業新聞社

# COMPUTOPIA 1968 4

COMPUTOPIA とは電子計算機（コンピュータ）がつくる理想社会（ユートピア）である

## 創刊一周年記念特大号

科学といえば，自然科学をさしてきた。現代の文明は，その発達と貢献にささえられている。科学万能時代といわれるゆえんだ。だが，この科学の功罪を論ずる社会人文の分野にも，いま科学のメスが加えられようとしている。それが新しい科学(ネオ・サイエンス)とコンピュータだ。そして，巨大なこのダムもまた科学とコンピュータでつくられる——万全な治水によって栄える人間と社会。それらが，いま科学されようとしている。

（アメリカ大使館提供）

取締役　社長
稲葉秀三
取締役 副社長
筑井正義
取締役　主幹
勝又光一
取締役 編集長
福田周司
業務部長
萩原君雄

編集・制作
久保悌二郎
清水忠和
川崎武雄
レイアウト
ゆにくる
イラスト
野村俊彦
井坂克二
伴　武司

業務
向山正徳
藤井嘉夫
村山晃也
広瀬正美

総務　経理
石曽根正二
谷山政子

COMPUTOPIA 1968 4

Vol. 2. No. 13

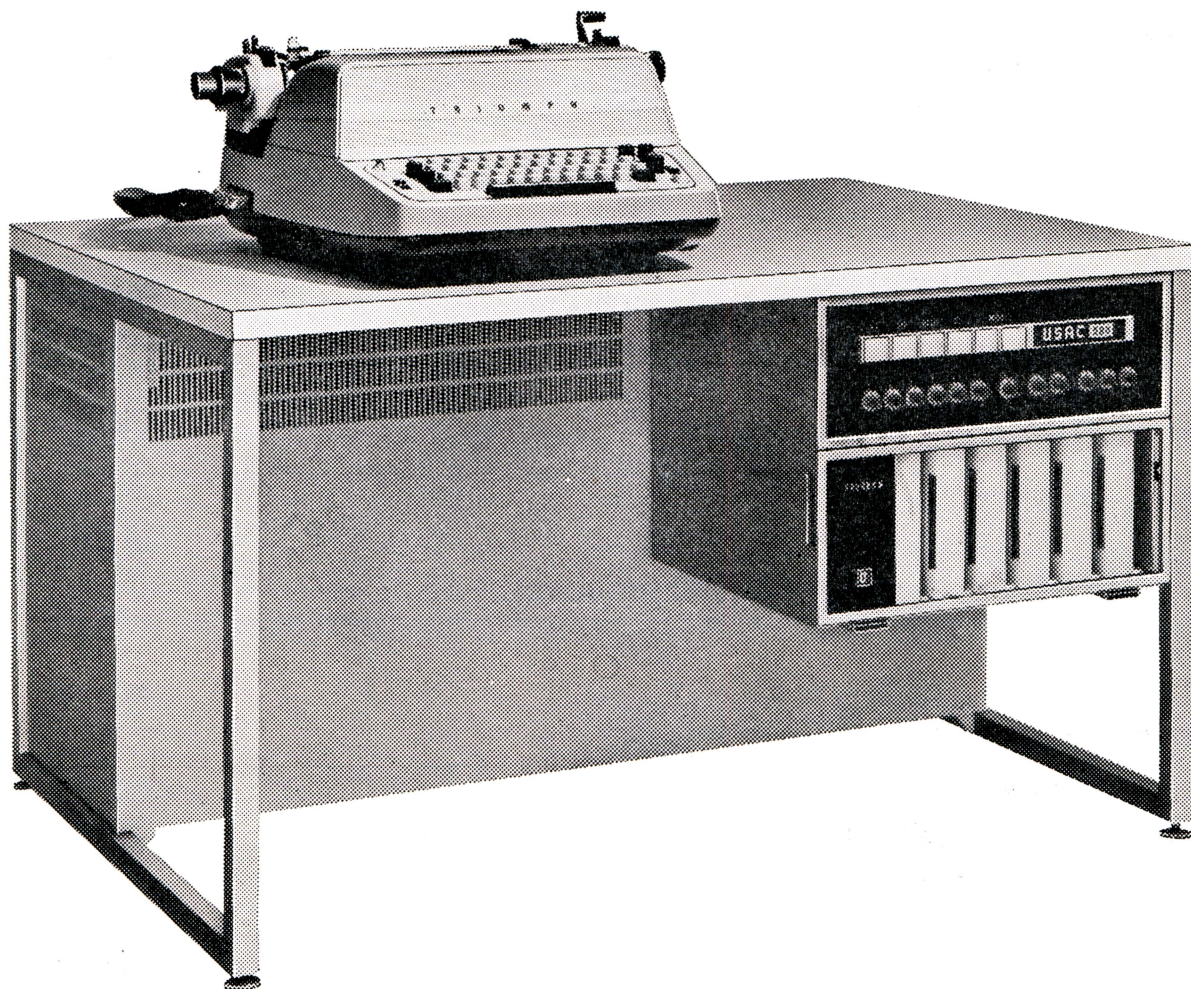
# 目次

## 特集 ネオ・サイエンス――コンピュータ時代の新しい科学と応用

COMPUTOPIA 1968-4
昭和43年4月号 Vol. 2No.13 400円
昭和43年3月10日印刷 昭和43年4月1日発行
編集兼発行人 稲葉秀三

発行所
株式会社コンピュータ・エージ社
東京都千代田区大手町1—3サンケイビル
電話東京(231)7171代表・内線782, 784, 789, 793

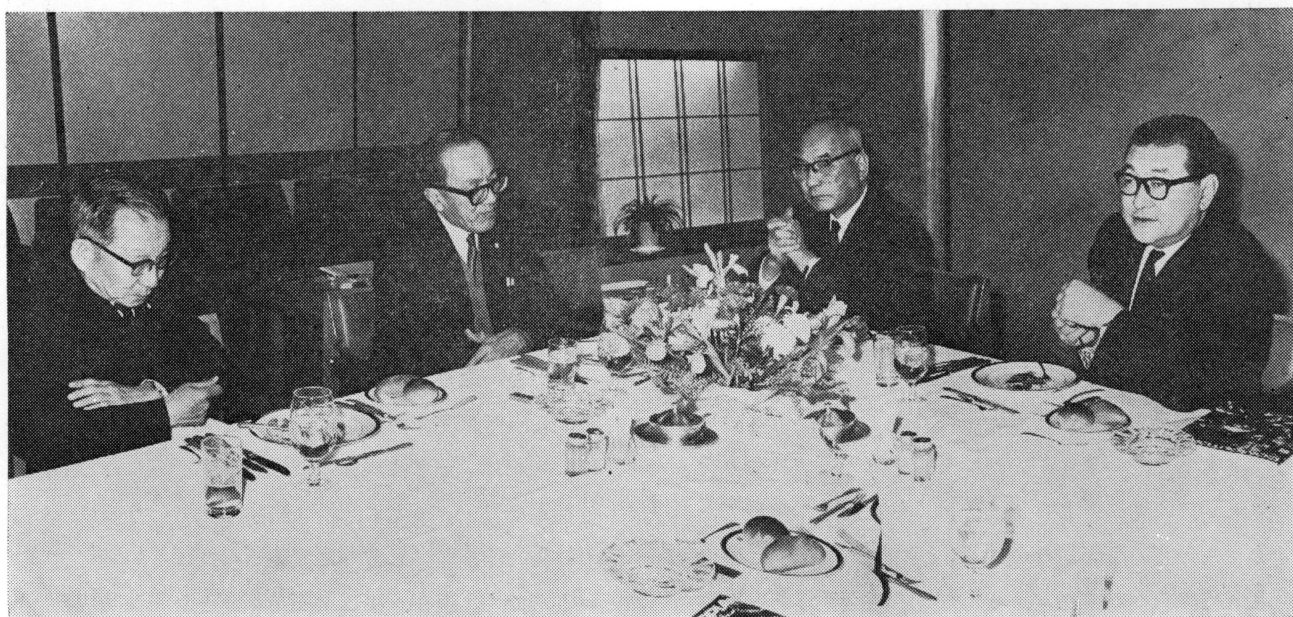
発売所
サンケイ新聞社出版局
東京都中央区江戸橋1—7サンケイビル別館
電話東京 (272)0911代表・内線51

印刷所 大日本印刷
東京都新宿区市ヶ谷加賀町1—12

# コンピュータ時代の科学振興と対策


## 出席者

国務大臣・科学技術庁長官
**鍋島 直紹**

東京芝浦電気（株）社長
**土光 敏夫**

**稲葉 秀三**


## 科学技術のすべてにコンピュータが必要

**稲葉**　きょうのテーマは，コンピュータ時代の科学振興と対策ということになっております。ご存じのように，コンピュータは，これからの科学を大いに前進せしめていくでしょうし，また，それを通じて技術や経営というものを大きく変えていくのではなかろうかと思います。

そこで，まず，科学の発達とコンピュータの関係を私たちはどのように認識したらよいのか，という点について鍋島長官からおうかがいしたいと思います。

**鍋島**　むずかしいが，いい問題ですね。私は，科学技術庁という立場で，全般的な科学の面から考えてみたいと思います。ある意味では，せまい分野かも知れませんが，やっている仕事は，新しい科学の発達をうながすこと，それに国としてやっていかねばならぬ大型プロジェクトがあるんですが，そういったものの中に，コンピュ

ータがあるんです。

一方，ご承知の宇宙開発，原子力の平和利用の問題，それに最近は，海洋開発というものが出てきました。

これらの宇宙開発にしても，打ち上げるロケット，その他にもコンピュータが必要になる。また，原子力の開発研究のための計算をしたりするにも必要です。さらに海洋開発でも，開発船である潜水船を，いまつくっていますが，そのための計算やその他に，また，医学面への利用などにも使いたいというわけで，すべての分野にコンピュータが関係してきます。

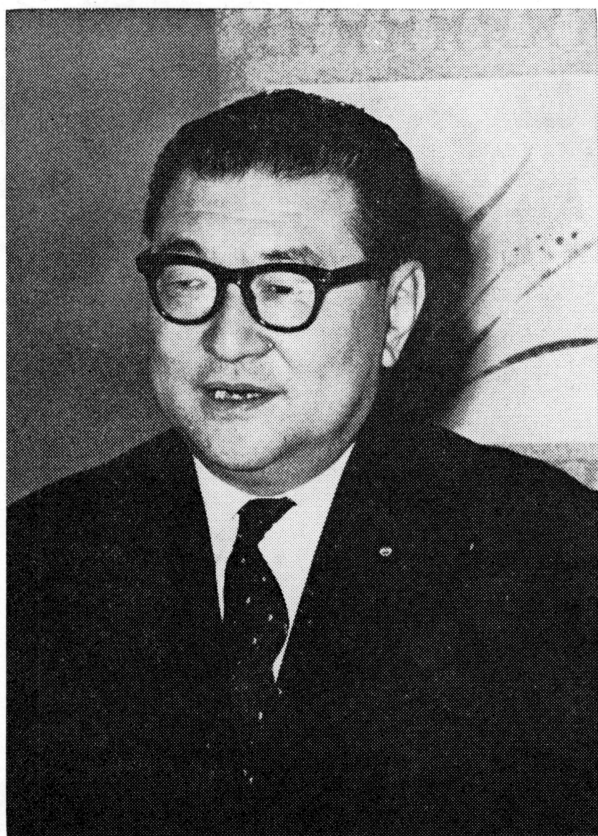
その他，さらに進んで，もっと全般的な科学の発達のためのむずかしい計算があるわけです。それにもコンピュータがいる。これ以外に公害，交通，あるいは銀行，証券会社の管理業務その他を考えていくと，コンピュータは実用化されてから，すべての中枢的なというか，頭脳的な役割をもっています。ですから，私どもとしては，これを判然と分けて″これだけをやっていく″というのではなく，このような活用が十分おこなわれて，はじめてほかの科学が発展するのだという気持ちをもっています。したがって，この発展のために，今年とも，産・官・学協同で研究開発を推進しております。

**稲葉**　土光さんは，かつては，コンピュータを利用され，今日では，コンピュータをつくられているわけですが，これからコンピュータのひき起こす科学の変化とか，科学とコンピュータをどのように結び付けて考えるべきかということについてひとつ‥‥。

**土光**　鍋島長官がおっしゃったことで，だいたいいいつくされると思いますが，コンピュータの歴史は割り合い新しい。にもかかわらず，これくらい急速に発展したものはないだろうと思うのです。

これは，むべなるかな，それだけの重要性があったからだと思う。つまり鍋島さんのおっしゃったような科学，すなわち原子力，宇宙開発などにしても，コンピュータがなければできないという，中核的な存在であると同時に，これが新しい将来の科学というものをひっぱり出す，非常に大きな先行的な役割をもっている。

したがって，これがどういうように発展するかは，はかり知ることができないと思う。

科学的にいえば，今日の題目でもあるけれど，これを

鍋島　直紹氏

広く解釈すれば，自然科学においてもそうだろうし，すべてこれによらざるはなしであると同時に，社会科学の問題にいたっては，たいへんな役目をもっている。だから，こまかくいえばキリがないと思うし，すべてのものに関連をもつの一言につきると思う。

しかも，最近，未来学が盛んになってきているけれど，この未来学と科学が結びついてくると，将来の発展に，コンピュータは大きな関係をもつ要素になると考えられるんです。ことに，情報科学なんていうのは，日本の社会的様相をひじょうに変えるんではないかと思っているんです。現在，第二次産業革命とか工業時代とかいわれ，産業が大きく変わりつつあるが，次の第三次，第四次の産業は，コンピュータを中心とした知識産業になると思うんです。この知識産業というものは，日本にとっていいと思いますね。将来，はかり知れないものがある。

## 産業革命というより社会・人間革命

**稲葉**　現在，産業革命がはじまってから200年強とい

うところですね，その間，これだけ大きな変化をもちながら，人類社会は進んでき，また学問の構造というものも大きく変化した。その中でこの20年間，コンピュータは大きな伸展をした。たとえば，材料1つとってみても真空管からトランジスタに変わり，ICに変わり，記憶容量や計算速度などもどんどん進歩し，さらに今後どれだけ大きな変化をもたらすかは，ちょっと予想できないようになっています。

そんなことを考えますと，ことしは，ちょうど明治百年に当たるが，過去と比較して，これからの100年のほうがずっと急速に，大きな変化をもつような感じがしてなりません。

このことを私などは，どのように認識し，それにもとづいてどのように国民を啓蒙していったらいいか。また，それを行政やその他の社会活動にどういう形で反映したらいいのか，明治百年を機会に，お教えねがいたいんですが‥‥。

**鍋島**　とにかく，明治百年の中の20年でたいへんな変化を遂げた。これは，ほんとうに教育そのものから変えないと，たいへんなことになると思います。したがって，私どもの行政も，たんに科学・技術だけではなく，新しく育ってくる方々のための基礎教育，つまり小学校の教育，中学校の教育あたりから，コンピュータの知識を教えていかなければまにあわないと思います。

ですから，これからのコンピュータのもたらす変化は一部の機械だけ，あるいは構想だけが発達するんではなく，社会革命，人間革命のような形になると思います。

したがって，その意味での啓蒙となると，なかなかむずかしい問題ですので，今後いろいろお話をうかがいながら，できるだけ具体的なことをしていきたいと思っています。

**稲葉**　その点で考えられることは，日本人と科学，とくにコンピュータにたいする適応性だと思うんです。外国へいくとよく聞かれるが，日本はいったい明治以来どうしてこのように伸びてきたのか，終戦後どのようにしてこれだけ発展したんだ，その原因はなんだということなんです。それほど日本人は注目されている——祖先がえらかったのかな——（笑）。外国でなかなかできなかったものでも克服して，開国時代から今日まで科学に順応してこられた性質があります。

コンピュータにしても，日本ではつくれないだろうといわれていたものがつくれて，いまでは追いつき追い越せという形になっている。そして本来からすると日本人は，世界の中で数学はいちばん強いといわれている。

これから考えると，コンピュータも，もっとうまく使いこなせる国民ではなかろうかと思います。そんなことも結びつけて，日本の国民性とコンピュータをどう考えたらいいんでしょう。

**土光**　いま，コンピュータは過当競争しているので，ちょっと遠慮しますが‥‥。もっとも，これも未来永劫つづいていくものではないと思うんです。いわば向上心の表われですね。だからむしろそういうものは，どんどんしなければならんと思いますね。イギリスやフランスには競争はない。それをみて私ども，6，7年前には大いにいましめられた。われわれはティンエージャーで，彼らは60，70歳のおじいさんだといったんです。

ちょうどいま，この2つの面が同時に現われているんですよ。コンピュータは，日本ではじめたのはおそいですが，これからは使いこなしていくと思います。また，そうしなければ日本は競争ができません。コンピュータは普通の道具ではなくて，経営の本質的な問題になってきていますからね。

**鍋島**　マラソンでいえば，トップを走ってはいないが，この20年間で日本は，少なくともトップ・グループにはいったと思います。それには，日本人の素質もあるかも知れませんが，一つには明治百年ではないが，明治からの教育が幸いしてきたのではないか。いろいろといわれるが，結局，国民全体の教育水準が高かったということが，一つの原動力になっているように思うんです。

**土光**　それが第1ですね。15年か20年前には，自動車はできないといわれておったのが，りっぱにできる。スチールもそうです。日本が鉄を外国に輸出するとは思われていなかったんです。

だから，コンピュータも，というわけではないが，日本人としては，やはり上へ上へと進歩向上していかなければならぬし，当然，コンピュータもそうしなければならぬ運命があるし，またそれができると思ってます。

**稲葉**　すると，日本人は非常に合理主義的な国民だと

考えてよろしいですか。

**土光** いままでは，たしかに西欧のものをとり入れてきたけれど，それらは，いちおうほとんど消化した。これからどうするかということになれば，オリジナリティを出すと思う。

## お題目だけの科学技術の振興

**稲葉** 最近，アメリカでは，コンピュータにたいする教育を普及するために，高校生時代からの教育計画をすすめているようですが，日本の場合はどうでしょうか。なんとか科学技術庁の力で，アメリカのようにはいかないにしても，一歩でも二歩でも進めていく努力をしてもらうわけにはいかんものでしょうか。

**鍋島** やらなければならぬと思います。国会に科学技術特別委員会というものが2，3年前にできた。その委員のうちの特殊な方が，外国を視察されたり，みずから体験され，現在，おっしゃられたような主張が出ている段階です。

**稲葉** いまの日本で問題になっていることは，コンピュータ人口をどのようにつくっていくか，それから，さきほどもちょっとふれましたが，コンピュータの性能とか影響とかというものを，どのように社会的に理解していただくかという問題です。

それといっしょに，科学というものと社会というものとの結び付きを，いったいどういうように考えるべきかといったようなことについて，基本的に日本のあり方を検討しなければならぬところにきていると思うんです。

アメリカでは，大学の象牙の塔で学問をするという傾向がほとんどなくなってきています。しかも，大学の先生の社会的，科学的，技術的な面における指導性というものが非常に強くなっている。学問と実社会生活との結び付きが強く，また学者が過去の例ではなくて，現実の例をもとにして，お互いに，これからどういうようにしていくべきかといったことを，それぞれの分野で開発研究しています。

ところが日本の場合，2，3の例をあげますと，なんらかの形でコンピュータの専門技術者養成のための大学をつくるとなると，やっかいな問題がでてくる。つまり文部省の大学規則で認められていないために，かりに，コンピュータに関する学科を数学科の中に入れてしまわなければならんとか，また教育のしかたも，こういう基準にしたがって，こういうことをしなければならぬとか，といったことになるわけです。どうも教育行政が前向きに科学技術的になっていない。

土光　敏夫氏

**土光** おっしゃる通りですね。ところが，政治でも，教育でも，時代より先んじない。明治初年においては先んじたかも知れないが，現在は先んじない。そこで，われわれ考えるのに，今後はそれではいかん。ことにコンピュータが出てきてからはそうだが，世の中の移り変わりが非常にはやい。そして，ますます加速度的にはやくなる。未来学も出ているんだしね。われわれも，研究は絶えずやっているけれど，政治の方では力を入れてくれない。たとえば政府にしても，内閣が変わるごとに科学技術の振興ということを第一条にあげている。(笑)それにたいして，どのくらいウェートを占めるかというと，予算の波の間に間にただよって，現代の科学技術の開発にたいする予算としては問題にならぬくらい少ない。

稲葉　秀三

それは，ともかくとしても，いまの学校教育や大学教育についても問題がある。大きく変わっていかなければならぬのに，これすら遅れている。たとえば入学試験にしても，○×でやっておるが，創造性のある頭脳を訓練されて卒業してきたのかと思うとそうではない。

## のぞまれる総理の英断

**鍋島**　その点について，ちょっとつけ加えたいと思いますが，私どもの方で，科学技術基本法というものを出そうと思って，現在盛んにやっていますが，いちばん問題になって政府案を得られない論点は，大学の研究を抜くか，入れるかということなんです。それにまた，役所のナワ張り争いということもあります。つまり，予算をとるときに，その予算をどこへつけるかということなどですね。もっとも，実際のところ社会実情と懸案の研究というものが，判然と分けられるものかどうかわかりません。

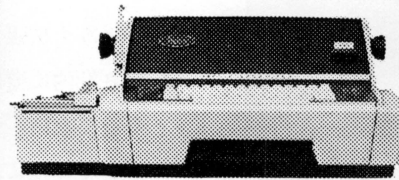
しかし，大学はどうしても文部省と関連し，その場合，なにかしら，そこに牢固として抜きがたい，いっしょにならないものが生じる。そこに基本法が難航をきたしている原因があるんです。そこにも，日本のこの時代に即した教育との間のギャップがあるような気がします。

**土光**　それは，民間でもそうなんです。いままでは，組織という観念で社長が上にいて専務，常務，部長，課長といったこともできたが，現在ではコンピュータがはいり，従来の組織の観念を離れたシステムでいかなければならない。コンピュータを使うには，コンピュータに合うシステムでなければいけない。会社でも，昔はセクショナリズムがあった。これは経理課，これは管理部だというナワ張りがあった。しかしこれではいけない。つまり社内に壁はいらない。絶えず流動的に組織が動かざるをえない。そういう問題からすると，政府のほうも，いままでのように何省，何省ということでなしに，もっと流動的な，ダイナミックな組織にしなければならない。そして，コンピュータがほんとうによく使われ，国全体で活用し，もっとも能率よく効果的に運営されていくことになれば，いままでの悪い観念は，早晩捨てざるをえなくなる。

**稲葉**　私もそれを感ずるとともに，まず行政がそういうところへいかねばならないと思います。とくに，日本がより大きく飛躍するときにその問題が起こってくるような気がします。

**鍋島**　その通りです。私も新米なんですが，とにかく日本に牢固としてある1つの傾向の中に，行政がはいってくるとたいへんなことなんです。それも結局は，権限の問題であって，それが予算につながり人間につながり，あるいは機構につながる。しかし，改革していくことは必要であるわけですから，そのためには相当の勇気を要するし，これは総理命令ぐらいでないとなかなかできかねる感じがします。

**土光**　それは，総理独裁でなくていいんですよ。内閣でデスカッションすればいい。そして最後のデシジョンを総理がやればいいんです。会社などでも，どんどん権限を移譲しデスカッションして，最後の断は社長が下すんです。それをはっきりするとワンマンということになりますが，ほんとうのワンマンにはならん‥‥。

**稲葉**　それでは，どうもありがとうございました。

特集／ネオ・サイエンス　コンピュータ時代の新しい科学と応用

# コンピュートピアのための科学

# ネオ・サイエンス―Xメトリクス

## 自然科学から社会・人文科学まで，２つの文明の創造に登場するXメトリクスとコンピュータ

編 集 部

### ２つの文明

今日のわれわれは，もっとも繁栄した文明のひとつの中にいるといってよいだろう。この文明は，″科学文明″という言葉に象徴されるように，科学の発達に負うところが大きい。むしろ，科学によってもたらされた文明という方が正しいかも知れない。

戦後の経済的，産業的な発展は，新しいテクノロジーを要求し，それが科学の可能性をさらにうながした。同時に，この科学の可能性は，テクノロジーの新しい開発を提供したといえる。″技術革新″は，いわば，このような科学との相関関係による成果であり，″科学万能時代″は，その勝利の表現といえよう。

ところで，ここで，われわれが注目したいのは，この文明の勝者，科学が今日，自然科学の領域から，いまや他の領域へ，適用の範囲をひろげようとしていることである。すでに，われわれは，その例をいくつかみることができる。社会学の領域では，経済の分析や経営の管理技術に，さらに人文学の領域にまでおよぼうとしている。これは，一体になにを意味しているのだろうか？たんなる科学時代の余勢なのだろうか？

科学を，文明のひとつの局面としてみるとき，われわれの常識は，すぐに，それに対するもうひとつの局面を想像する。それは，アメリカの小説家であり物理学者であるP・C・スノーの「２つの文化と科学革命」(Two Cultures and Scientific Revolution) でも，いみじくも表現されている。つまり「すべてのヨーロッパ社会の人々の知的生活は，２つの極端なグループに分れつつある。文学的知識人を一方の極とし，他方の極には科学者がいる。そして，この２つの間をお互いの無理解，ときには，敵意と嫌悪の溝がへだて」ているこの文学的知識人に代表される，いわば人文系の局面である。そしていまのところわれわれの常識では，これらによって代表される知的活動をひとつの文明として受けとっている。

### 無責任な文明論

いま，日本の社会文明のオピニオン・リーダーと一般に目され，自からもそれを信じているある総合雑誌を手にとってみよう。たしかに，そこでは，さまざまな知識人によって，ひとつの文明が論じられている。しかし，それは，科学ではない。別の何ものかによって，そこでは，科学はむしろ，彼らの得意とする現象批判の対象として，政治や経済，そして一般社会現象と同列に扱われる。科学は，文明の英雄としてよりも，時には，嫉視と無知にもとづく根拠の乏しい嫌悪感によって冷遇さえされる。

だがそれで，彼らの役割が果せるだろうか？　たとえばベトナム戦争が論じられ，政治問題が批判され，かしこそうな彼らともっともらしい表現によって，それらの将来が予測されるとする。だが,一体,われわれのだれが，それを信ずるだろうか？　おそらく大衆はだれも信じまい。というのは，彼らも彼らを登場させた編集者も，この点に関しては，責任をもたないからである。これらの問題は，彼らの埒外のもので（たぶん神の摂理に属す)，″その時になってみなければ判らない″，というわけで，そこには，科学がないからである。

同時に，彼らがその点を自から許し，計算している狡猾さを大衆も十分承知しているからである。

だが，実際は,われわれにとって,たいへん大きな問題なのである。なぜなら,ベトナム戦争にしろ政治問題にしろ，彼らの株を上げる以上に，恐怖と不安を与えずにはおかない現実的な関心事だからである。それらにかかわる日々の現象が，将来に大きな影響をもたらすきっかけになることも，敏感にさとっているからである。

とくに，今日のような巨大にして，複雑多岐な有機的な社会では，無責任な放言を楽しんではいられない場合が多い。わずかな欠陥の指摘と補正を怠ることによって，文明という巨大なロケットは，われわれをもっとも不幸な悲劇の道連れにしてしまうとも限らないのである。その欠陥を正確に指摘し，補正を示唆しうるものは誰れだろうか？　″神のみぞ知る″ケセラセラであっては，それこそ，20世紀の名に恥じるではないか？　そこに，彼らに代わる，オピニオン・リーダーとして，科学の接近する機会ができたとしても，決して不自然ではないはずである。すでに，行動科学や未来学の登場は，その辺の事情を十分に物語っているといえる。

## 新しい科学——ネオ・サイエンスの登場

科学が，このように，C・P・スノーのいう文明の一方の極に，手をのばそうとしているのには，こうした背景と正当な理由があるからである。科学の立場からいえば，これは，科学の新しい局面である。同時にそれは，科学にとって，今日まで多くの障害に邪魔され，残されていた局面でもあった。社会，人文，つまりかつては，

形而上学的な領地として，彼らの安逸をたのしませていたのである。科学がいま成そうとしていることは，いわば，それへの挑戦ともいえる。その意味で，われわれは，これを，あえて，ネオ・サイエンスとよぶことにする。

しかし，科学は，絶対性のために，幾多の規範や教理を強要した神のような権利はもたない。規範や教理を強要する代わりに，より合理的なセオリーとメソードをもって，さまざまな真理を解明し，将来を導くはずである。その過程は，たとえばつぎの図式で表わされる。

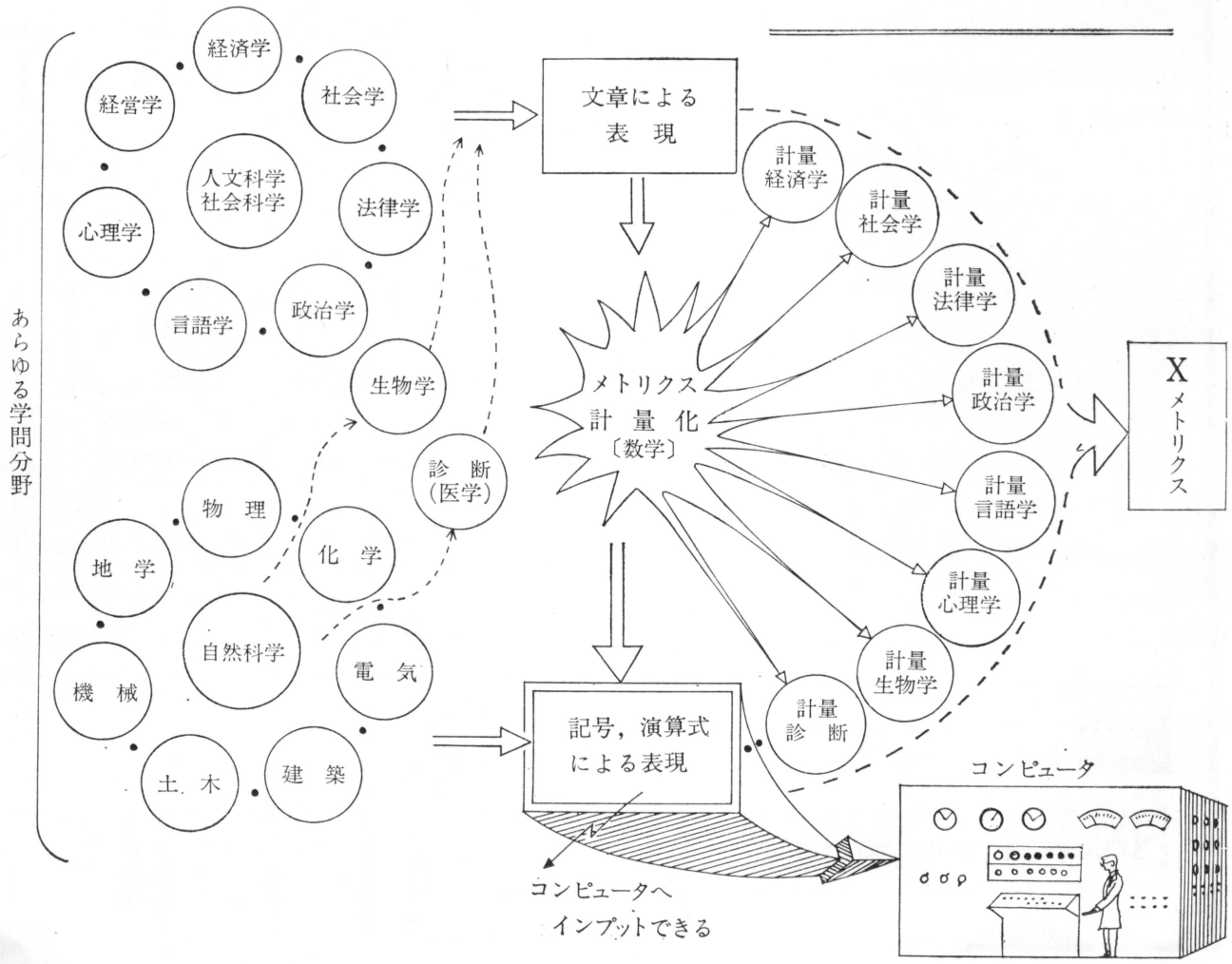
データ――モデル化――実験
（現象）　（理論式）（シミュレーション）

これには，ベトナム戦争も政治問題，さらには，人間そのもの，それによる社会の諸問題も入るだろう。もちろん，これによってのみ，われわれの将来のすべてが保証されうるとは思っていない。しかし，たとえば，ここでおこなわれる実験にしても，ベトナム戦争が，後世の歴史家によって，歴史学上の実験として扱われるだけにとどまってしまうよりかは，まだ救いになるのである。

ところで，このような図式をみたしうるセオリーとメソードに，われわれは目を転じなければなるまい。これらは，自然科学の発達の基礎となったものと，本質的には変らないが，科学の新しい応用分野として注目されてきた。そのひとつが，Xメトリクス（Xmetrics）とよばれるものである。そして，実は，この新しい科学の応用をうながし，可能にしているのが，コンピュータなのである。

## Xメトリクスとは

それでは，新しい科学の担手，Xメトリクスとは，どのようなものをいうのだろう？手短かにいえば，つぎの

図1　メトリクスの働き

ような式で表わされる。

〔Xメトリクス〕=〔X学〕+〔数学(計量化)〕+〔コンピュータ〕

X学とは，経済学(エコノミックス)，心理学，言語学‥‥などであり，Xメトリクスとは，一例を邦語の″計量″経済学，英語のエコノ″メトリクス″(Econo Metrics)で表わす一連のメトリクスを指すのである。

すでにのべたように，科学の発展は，社会・人文科学の領域にひろがろうとしている。この傾向は，２つの分野に大きな影響をもたらした。そのひとつに，科学するために必要な表現における転移（計量化）をあげることができる。そしてこの場合，多くは数学が，それをたすけた。これは計量化という言葉で代表される。

経済学は計量経済学へ，社会学は計量社会学へ，法律学は計量法律学へ，政治学は計量政治学へ，言語学は計量言語学へ，心理学は計量心理学へというように。(**図１参照**)

この，人文社会科学の分野に起った″計量化″は，一体，何をもたらすであろうか。いろいろあるであろうが，ここでは最も大きなものの１つをあげることにとどめる。

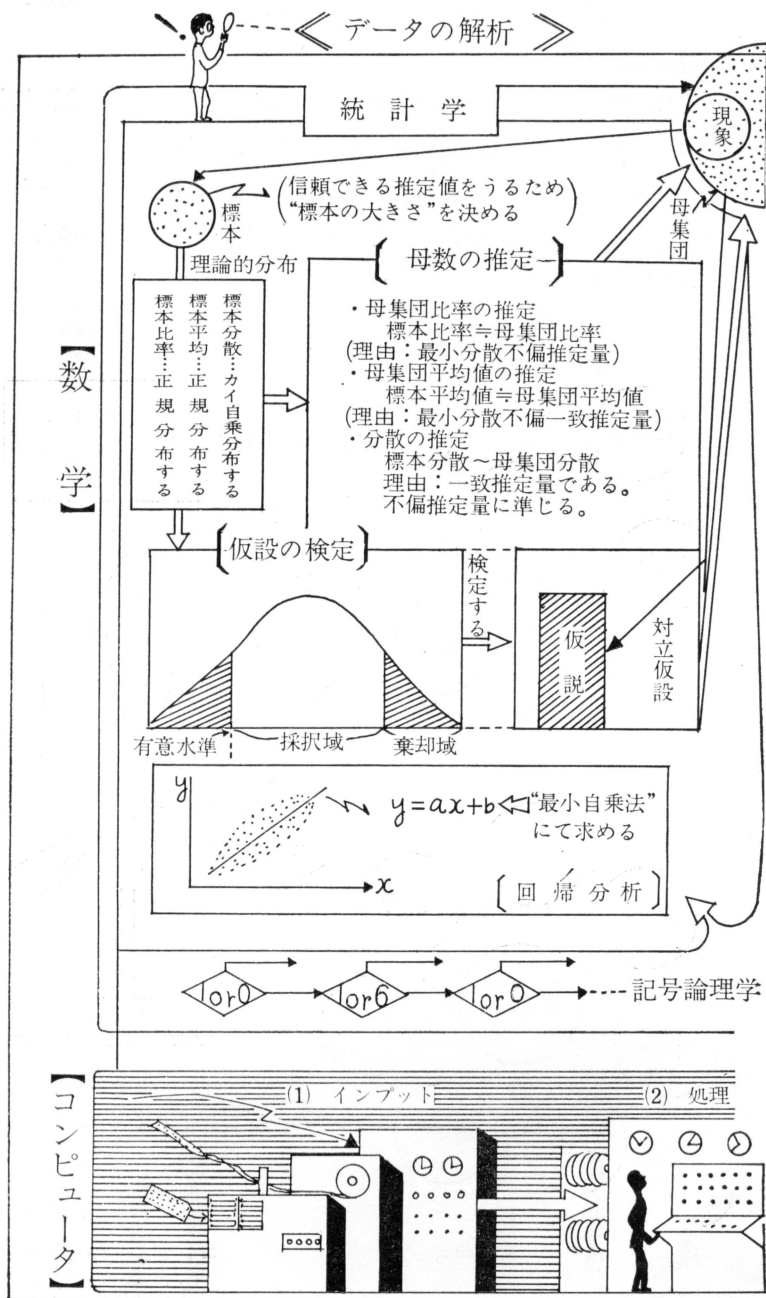
それは，″記号，数式で表現することによって，コンピュータへ語りかけ働かすコトバができたことである″ともいえる。ところで，この計量化とはどのような仕組になっているのであろうか。

この場合，X学をコンピュータに結びつける数学の役割が重要になる。まず，X学は，経済，社会，心理，言語‥‥など研究する″対象″別に分けた数多くの学問であるが，これを研究する″方法″から眺めると１つになる。それが科学的方法であり，ここに数学といういわば科学のコトバとしての″共通語″がある。

この共通語があるX学を対象とするとき，２つの側面からの アプローチ をとる。(**図２参照**)

１つは，対象のもつ実際の現象を観察し，その観察データを分析し，現象を把握しようとする″統計学″の方法である。

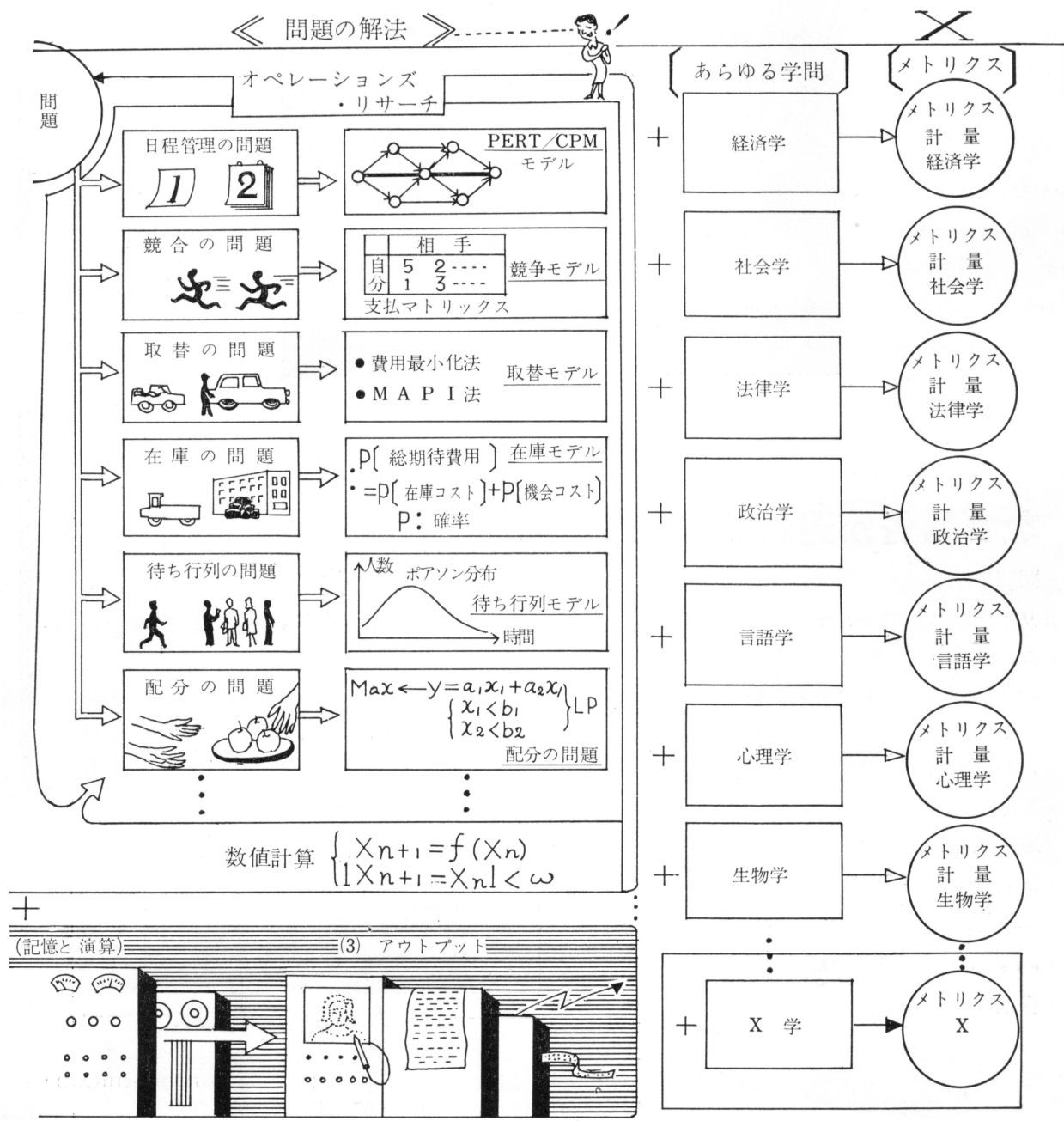
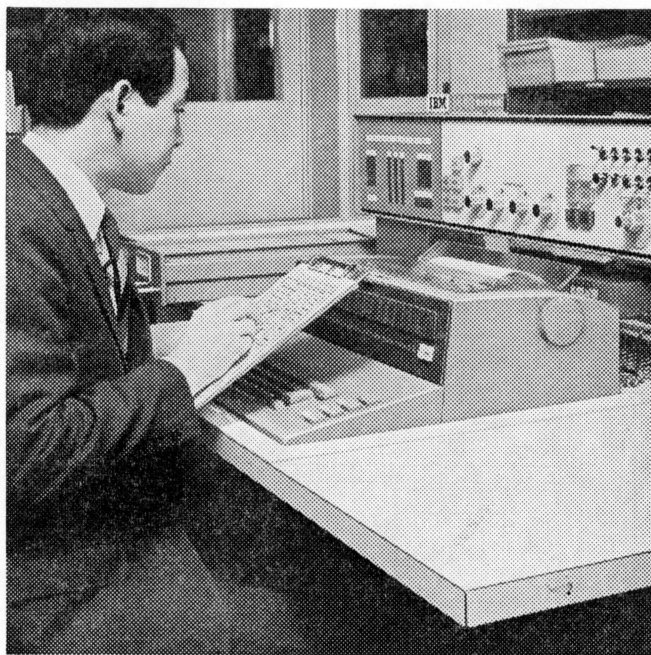
もう１つは，逆に対象への問題意識，たとえば，最適な日程管理は，競合での最適な手は，取替の最適な時期は，在庫の最適な量は，待ち行列の最適な状態は，最適な配分の仕方は，などから，個々の問題別に解法を作りあげたＯＲ（Operations Research：オペレーションズ・

**図２〔メトリクス〕=〔X学〕+〔数学〕+〔コンピュータ〕**

リサーチ）の方法である。

その次に，これら２方法にでてくるあらゆる複雑な方程式の解法のために，コンピュータによる計算として〃数値計算〃が開発されている。最後には，科学的な思考そのものまで記号を用いて表現していこうとする〃記号論理学〃がある。この記号論理学は２進法とも深い関係があり，数学における思考にとどまらず，コンピュータの原理としても活躍している。

ところで，このようなコンピュータ利用は人によって決まるという。では，どういう人によって決まるのだろう。

その意味でもつまり，今日コンピュータ時代とよばれ時代の花形になっているコンピュータの発達にも，Ｘメトリクスの出現と発達は見逃すことのできない大きな課題であるといえるわけである。

（文責・福田周司）

# 感圧紙が――
# アウトプット後の作業時間を48%短縮します

## なぜ報告が遅れるのか？

問題は手や帳票を汚すカーボン。この抜き取りに手間どるため、せっかく即時処理で得た貴重なデータを眠らせてしまうのです。

連続帳票用紙をカーボンのいらない感圧紙に切り替えてください。感圧紙なら面倒なカーボン抜き取りの手間がいらず、印字は鮮明。帳票整理の時間を一挙に48%短縮します。

感圧紙は、富士フイルムのカラーフィルム技術から生まれた化学の紙。普及率・知名率・生産量ともNo.1。最高の品質が誇りです。

## ……結局は安上がり

帳票の経済性は、そのコストだけで単純にきめることはできません。人件費や時間の経費などを総合的に評価して、はじめて判断できるのです。

感圧紙は、作業が簡単なだけでなく、機械適性も抜群。アウトプット後のトラブルを考えると、結局はお得です。ご検討のうえ、ご相談をお寄せください。

富士フイルムがつくる"化学の紙"

――ノンカーボン帳票用紙――

富士フイルム 富士写真フイルム株式会社 紙業部 東京本社／東京都中央区銀座西2の3TEL567―9111(大代)
大阪支社／大阪市東区備後町4の15TEL203―5212(大代) 名古屋／札幌／仙台／広島／福岡

# 人間・社会を科学するコンピュータ

## 複雑な人間の思想・行動から社会のすべてを解明する電子計算機

安田　寿明

### ソシオメトリーとは？

コンピュータや原子力，宇宙開発に代表される自然科学の発展にくらべ，社会科学や人文科学が，自然科学ほどの進歩を見せていないのが，現代の特徴であるとは，つねづねいわれていることです。

しかし，社会科学や，人文科学が「科学」という名前を名乗る以上，その学問的態度はあくまで実証主義に貫かれねばなりません。ところが自然科学では，実験という手法を使って理論や仮説の正しさを簡単に証明でき，真理の発見が比較的容易であるのに対し，社会科学や人文科学は，なにしろ″人間の科学″であるため，実験や観察で正しいものをつかむということは，たやすいことではありません。

それに事実を証明するということは，例えばニュートンの万有引力の法則のように，客観的な尺度で，客観的に記述されねばならないのですが，これを人間の科学である社会科学や人文科学にあてはめてみても，同じようなことがいえます。つまり，人間そのものを科学するためには，客観的な法則をあてはめねばなりませんが，人間の行動や，思想を数量化すること自体，なにかしら人間の尊厳性を犯すのではないかという思想が，ごく最近まで，非常に根強いものでありました。

このようなおそれが，社会科学や人文科学の発達を著しく阻害していたことは事実であるといえましょう。しかし，コンピュータの出現によって，社会科学と人文科学の分野にも，研究手段の飛躍的な進歩をもたらしたのです。

その１つは，理論や仮説という，いわゆるモデルが果たして現象を正しく客観的に記述しているものであるかどうかを確かめる，シミュレーション（Simulation：模擬実験）という新しい手法の開発と発展です。

いま１つは，理論や仮説を立てるため客観的な尺度で観察された観測値が必要ですが，その尺度を決定する技術と観測値を分析する技術，そのいずれもがコンピュータの応用によって長足の進歩をとげつつあるのです。

このような手法を人間の社会関係の客観的な分析と測

定にあてはめた理論を，とくにソシオメトリー（Sociometry：計量社会学）と呼んでいます。そして，この理論で使われる人間，人間関係や組織，集団，社会の生態の特徴を数量的に処理するための尺度を，ソシオメトリクス・インデクス（Sociometrics-Index）というのです。

## シミュレーションの発展

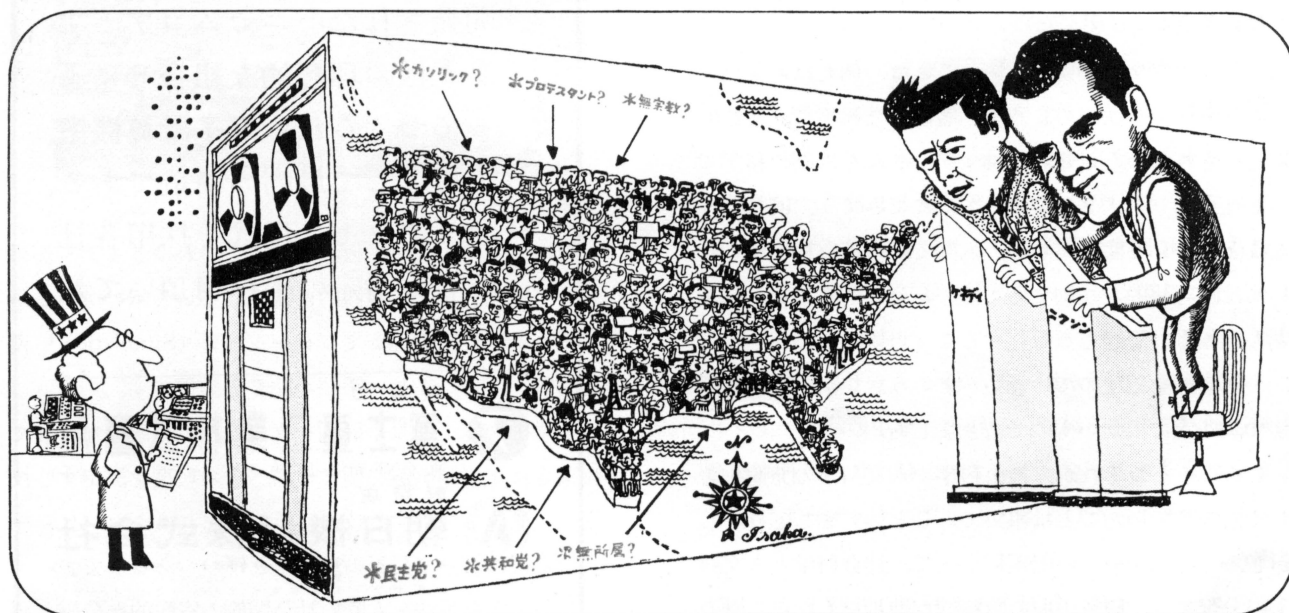
ひとくちに，シミュレーションとか，ソシオメトリーとかいっても，これを社会科学，人文科学の分野で縦横に駆使するということは，なかなかに大変なことであります。これは，その発展の歴史をたどってみると，一目瞭然といえましょう。つまり，シミュレーションにしろソシオメトリーにせよ，コンピュータの出現以前に確立された学問的な手法ですが，その問題解決の手続きがあまりにも複雑であったため，コンピュータのように複雑大量の変量関係をきわめて高速に解いていく機械が出現するまで，その学問的な真価が十分に発揮されなかったのです。

シミュレーションとはどのようなものか，それを知るためにコンピュータの出現以前に，どのような考え方でこの技法が応用されたかをまず紹介してみましょう。実際に実験することが不可能な現象を，まず模擬実験で科学的に究明する――このような手法を世界ではじめて実務に採り入れたのは，戦前の日本海軍であったといわれています。

たとえば，太平洋戦争開戦前夜の昭和16年9月11日，東京・目黒の海軍大学校に約200人の海軍将校が集まって実施した連合艦隊の真珠湾作戦の図上演習を見てみましょう。これは，1国の運命を決定した大がかりなシミュレーション実験として歴史に残るものです。

そのやり方は，例を航空兵力の損害がどの程度になるか計算する場合で見てみますと，まず当時のゼロ戦は，世界一の性能を持つ戦闘機でしたから，空中戦をやれば必らず勝つと考えたいのが人情です。ところが，それをそうせず，天候，高度，彼我の機数など，いろいろな条件を加え，その条件に応じてサイコロを振って勝敗を決めるのです。サイコロの4の目が出れば，勝つ確率は60%というようにとり決め，条件に応じて普通の6面体のサイコロだけでなく，8面体や12面体のサイコロも使われました。

この手法は，自然科学の分野でも，モデル，つまり理論式が立てにくいときに応用されています。たとえば，原子炉の臨界反応量を決定する計算がそれです。周知のように核分裂の連鎖反応は，ウラン235から飛び出す中性子が他の原子核に衝突する回数が，ある一定量を超えたときにはじまります。

原子核から飛び出す中性子の方向はでたらめで，そのうち他の原子核に衝突するものの確率を求める計算は，かなり厄介です。数学的には「酔歩の問題」（酔っ払い

の足跡を求める問題）と呼ばれ，微分方程式の一般解は成立しないのが定説です。

そこで，この計算にはコンピュータを用います。サイコロを振るかわりに，コンピュータが乱数（でたらめな数字の集まりで，それぞれが同じ確率で現われている）を発生させ，ある特定の数があれば中性子の衝突があると仮定して，全体の確率を求めるやり方です。これだとコンピュータを短時間運転するだけで，サイコロを何万回，何百万回となく振ったのと同様な結果が得られるのです。

## シミュレーションの応用例

同じような考え方で，社会的な応用をはかったものにニューヨーク市交通局が実施した「ポート・オーソリティ・バスターミナルの最適運用研究」というものが有名です。これは，ラッシュアワーに殺到する乗客を能率よくさばくため，どのようなバスダイヤを編成すればよいかという研究です。

もちろん，それには，切符を買うための出札窓口の行列を最小にし，改札口での渋滞をなくし，しかも，それに要する職員の動員数と費用を最小にする計算も含まれているのです。さらに，限られた車庫と発着場，それに道路交通の渋滞状況をにらみ合わせ，積み残された乗客が，次のバスを待つ時間を最も短かくするためには，ダイヤをどのように組んだらよいかという問題もあるのです。次に，その具体的な計算手順を見てみましょう。

まず問題のポート・オーソリティ・バス・ターミナルは，ニューヨーク市の中心部，タイムズ・スクウェアから歩いて2，3分のところ，8番街と9番街，40番通りと41番通りに囲まれる1ブロック，3階建てで幅60メートル，長さ120メートルの巨大な建て物です。地下1階はグレイファウンド，トレイルウェーなどの長距離急行バスの発着場，1階が出札所，待合室，そして2階が近距離通勤バスの発着場で，それぞれ専用道路でハドソン川をくだるリンカーン・トンネルと結ばれ，名神高速道路のモデルとなったU・S・ハイウエイ・ルート No.1に出られるようになっています。

このターミナルに，毎日午後5時から6時までの1時

間に殺到する通勤客は，約2万6千人，72ヵ所のプラットホームから，1時間に576台までのバスを発車させることが可能です。ただし，発車待機のためのバス駐車能力は450台までしかありません。

これだけの条件で，最初の問題を解くことを考えてみますと，まず乗客2万6千人というのは，あくまで1時間単位の総数で，実際はこの時間帯に切れ目なしに分布しているわけです。そこで，1分間単位でターミナルに集まる乗客は何人ぐらいであるか調査し直します。しかし，このような短かい単位での調査値が不正確であることは，いうまでもありません。したがって，その補正にコンピュータが活躍するのです。コンピュータは乱数確率をもとにし，到着乗客の補正値を計算するとともに，それに見合う出札窓口，改札口数をはじき出すのです。

さらに，バスを能率よく運行するためには，450台の駐車能力をフルに生かさねばなりません。発車したバスの空き場所には，直ちに到着バスがはいり，次の発車に備えて待機駐車します。この関係をうまく配分しておかないと，ターミナルのバス発着場は，たちまち混乱を起こし，身動きがとれないという事態になってしまうのです。

ここでも，コンピュータの乱数計算が威力を発揮します。いま仮りに，バスを駐車させるために8メートルから10メートルの空き場所が必要だとします。コンピュータは乱数のなかから8から10の数字が出現する回数を調べ，それに応じて駐車余地ができる確率と，その時間的な分布をはじき出してくれるのです。

こうして，出発バスと到着バスのダイヤ配分が適正，かつ乗客の待ち時間を最小にするよう仕組まれていくのです。いま仮りに，コンピュータの内容でおこなった模擬実験と同じことを実際にバス・ターミナルを実験材料を使えるとしてやってみますと，何万日分にも相当することになります。しかも，その間バスダイヤをいろいろな場合を想定して，縦横に変化させるということを，コンピュータ内部では実施しているのですが，実地にこのようなことをやれば，たちどころにバス・ターミナルは大混乱に陥り，機能をストップさせることになります。

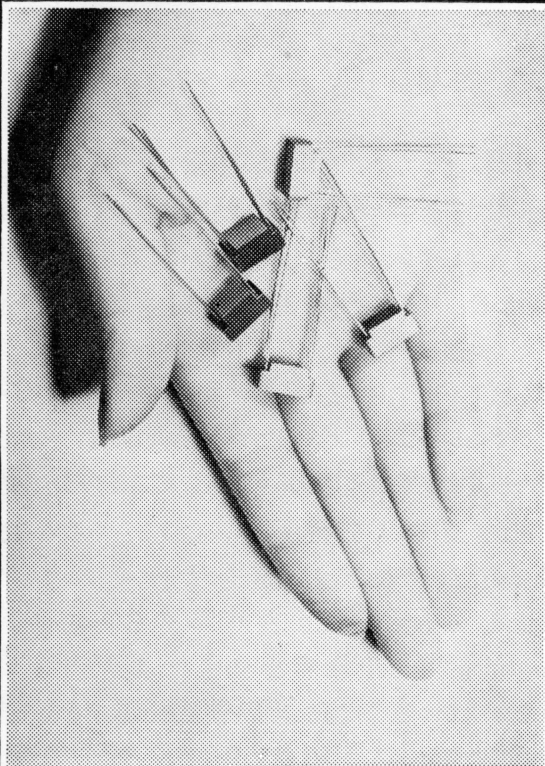
以上のような，実際にはとても実験してみることのできない現象，あるいは実験してはならない現象を，コンピュータ内部で仮想的に実験させ，実証的なデータをとり出し，客観的な，つまり科学的な法則を導くこと，それをシミュレーションというのです。

とりわけ，乱数を使った繰返し実験のことを，「モンテカルロ法」と呼んでおり，不確実な要素のなかから確実な結果を導き出す手法として重用されているものです。シミュレーションには，このほか複雑多岐にわたる変量の相互関係を調べ，それぞれに重み係数をつけた多次元連立多項式による数学モデルを作成し，いろいろな変量を変化させた場合，結果がどのように変わっていくかを観測するリニア・プログラミング（LP＝Linear Programing：線型計画法）というものもあります。

例をあげますと，工場の製品を消費地に届ける場合，各種の輸送手段や経路が想定されますが，時間と経費を最小にする経路を見つける輸送問題の解法など，コンピュータの登場で，はじめて実用的な解答が得られるようになりました。逆に，原料を効率的に工場へ供給するにはどうしたらよいかという問題，たとえば石油会社のタンカーの配船計画など，企業や産業の経営戦略の決定面にもシミュレーション技法が盛んに用いられています。

また，予測の非常に困難な例として，もし外国から奇襲を受けた場合，セージ（SAGE）やバッジ（BADGE）など，早期防空警戒組織がどのように有効であり，それに対する軍事組織の反応はじめ，国防体制の効果的な運用法を綿密にシミュレーション実験した例もあります。これは，ランド研究所のシステム研究室が中心となり，プリンストン大学，カーネギー工科大学，ＴＲＷ社などの研究スタッフが協力し，ＬＰ手法とモンテカルロ法を組み合わせコンピュータで解いた大がかりな研究です。

## 社会へのシミュレーション実験

人間の社会的な行動のうち，比較的たやすく数量化できるものは，企業の利益追求行動や，社会的な経済活動の分野です。ここでは，端的にいうならば，″物″と″カネ″の動きの効率的な運用が究極的な目的になっています。ですから，その″物″と″カネ″の相互関係を徹底的に分析することで，人間の社会行動を規制するある種の法則が導き出されるかも知れません。

このような理由で，コンピュータによる数量化社会計測の技術は，当然のことながらまず企業経営学，社会経済学の分野で，著しい発展を見たのです。例を大がかりなものにとって，ある国家の経済構造について考えてみましょう。普通，国家の経済力を示す尺度として国民総生産量が用いられ，その指数変化が俗に経済成長力と呼ばれているものです。

この国民総生産に対して，どういう条件がどのように響くか，例えば政府の金利政策の変化，国際収支の変化，財政投融資の変化などの国民総生産に対する影響度合いが調べられます。この際，分析手順が複雑になる理由として，いろいろな条件がそれぞれ相互に大きな関連を持っていることです。

つまり，ある一つの条件を変化させれば，その影響でほかの幾つもの数多くの条件が変動していくのです。そこで，それぞれの条件間の相互関係を調べあげたものを数表にまとめ，ある条件を変化させたとき，その数表の固有値がどう変化するかを，多次元連立方程式で解いていきます。この手法は，数学的には，逆行列計算と呼ばれているもので，このような計算式を経済構造モデルといっているのです。もちろん連立方程式のからみぐあいは，数百次元，数千次元にも達し，コンピュータなしでは，その計算は不可能といってよいでしょう。

このような研究で有名なものに，マサチューセッツ工科大学(MIT)が，インドの国家経済をモデルにした〝開発と貿易を主体にした経済シミュレーション研究〟というものがあります。これは，MIT の国際問題研究センターが中心となり，電子工学部，スローン経営学部などが協力して研究したものです。

この研究では，農業・工業の国内開発の進展度合いをいろいろな場合に応じて想定し，それが国際収支や国民総生産にどのようにあらわれてくるかだけでなく，個人所得や個人消費支出の変化まで，ほぼ20年間の長期にわたる経済構造の変化をコンピュータで再現し，調べあげたものです。

この研究では，シミュレーション実験専用のコンピュータ・プログラミング用語として，MIT の J・W・フォレスター教授が開発した連立差分方程式を応用の DYNAMO（ダイナモ：ダイナミック・モデルの略）が使わ

れました。コンピュータでシミュレーション実験をするためには，このほかIBMが開発したGPSS(汎用シミュレーション言語)，ＧＥ社のGEMS（ＧＥ生産計画シミュレータ），エッソ石油のＣＰＳ，システム・デベロプメント社（ＳＣＤ）のSIMPAC，それにコーネル大学とランド社が共同開発したSIMSCRIPT(シムスクリプト）などがあり，それぞれ政府や多くの企業，研究機関で活用されています。

## 人間行動の追求

さて，以上のようなシミュレーションの具体例で，一つの共通点は，研究対象が人間の社会行動であるにもかかわらず，当の人間そのものは，意志を持たない物理的存在としてあつかわれています。つまり，バス・ターミナルの研究では，人間は，単にランダムに到着する物理量としてとり扱われ，経済構造モデルであらわされる人間像は，労働生産力と賃金所得という尺度だけで規定されているのに過ぎないのです。

〃意思を持つ人間は，どのように行動するか？〃これをコンピュータのシミュレーション実験で調べた例としてMITの学者グループが中心となって推進した「シマルマティックス計画」があります。これは1960年のケネディ対ニクソンの大統領選に当たって，民主党の依頼に応じて，有権者の投票行動を予測研究したものです。この研究のために，MITの学者たちは大学を離れ，〃シマルマティックス株式会社〃を設立し，そこを中心として研究を進めました。もちろん，大学の政治的な中立性を守るための措置なのです。

この研究は，ひとくちにいって，過去の世論調査で得られた大統領候補支持率と，実際得票数の間に，どのような関係があるかを徹底的に調べることにありました。そのため，過去４回の大統領選で実施された数多くの世論調査のうち，66個の調査を選び出し，その回答者十数万人の回答から抽出された支持率が，得票数にどう結びつくかを調べ，そこから支持率を得票数に変換する数式モデルが導き出されたのです。

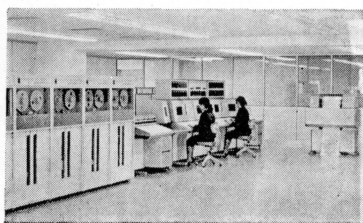
ところが，このとき困った問題が出てきました。周知のように，ケネディはアメリカ初のカトリック教徒による大統領です。アメリカ社会では，ビジネス社会ですら〃エグゼクティブ・エリート（重役候補生）以上はプロテスタントであるべきだ〃という社会的なジンクスがあります。カトリック教徒の立候補は破天荒なことであり過去の調査データには，宗教問題に触れたものは一つもありませんでした。

そこで，信仰する宗教と，投票行動の間にどのような関係があるか，これを解くためシミュレーション手法がとられたのです。具体的には，「プロテスタント・カトリック・その他の宗教」という３つのカテゴリーと「共和党・民主党・無所属」のカテゴリーが交差したクロス・プレッシャー（圧力交差表）を作り，数百種類の投票者行動パターンをあてはめていったのです。これは，数学的には，やはり多次元の連立方程式を解くことになりコンピュータが大活躍しました。

## 意思と感覚の研究

さて，このように苦心された「シマルマティックス計画」ですが，できあがってみますと，民主党の選挙参謀からは，かなりケチをつけられたそうです。つまり，このモデルには，地方の選挙屋といわれる小ボスの行動が考慮に入れられていなかったからです。「どこに資金や力を注げば，選挙戦を有利に展開できるか」を知りたいという点では，はなはだ非実戦的であったわけです。

このような地域社会の小ボスの統制力を数量化するには，どうしたらよいでしょうか。地域社会に限らず。すべての人間は，それぞれ家族社会，職域社会，国家集団に属しています。一定の集団は，個人の力関係を合成した一定の構造を持っています。この関係の強さや結び付きの度合いを測定すれば，集団の構造や個人の地位とか役割を数量的に分析し，法則を立てることが可能です。

この手法は，アメリカの精神病理学者Ｊ・Ｌ・モレノ教授が，精神病の集団治療法に応用したのが最初で，ソシオメトリー（計量社会学）ということばも，同教授がいい出したものです。その方法を，モレノ教授の研究から紹介しますと，グループ内の相互の感情的な結びつきを好きか・嫌いか・そのどちらでもないの３つに分類される場合を設定し，アンケートをとっていくのです。コン

ピュータ出現以前には，その結果を個人関係を図示するソシオグラムというグラフを書き，それをもとにグループ内のだれが中心人物であるか，それに反発する別の小グループはないかということを調べ，感情の流れを基礎にした人間関係を測定していました。

現在では，これもコンピュータで解かれています。つまり，測定結果を数表（ソシオマトリクス）に組み，それぞれの因子が，どの方向をめざしているか，その固有値を計算するのです。ひとくちに計算といっても，このような方向性のある数値は，とり扱いがかなり厄介となります。つまり数学でいうベクトル行列の計算で，ふつう1円とか100円というお金の数，人数などはスカラー量（静止量）というのに対し，運動方向や，何らかのアクションを含む量をベクトル量（方向量）と呼んでいます。それぞれのベクトル因子から，全体の合成ベクトルを算出するということを，コンピュータがやってのけ，このようなコンピュータ技法の開発の結果，モレノ教授の手法は，単に精神病理学の分野だけでなく，広く社会現象の測定技術として発展してきているのです。

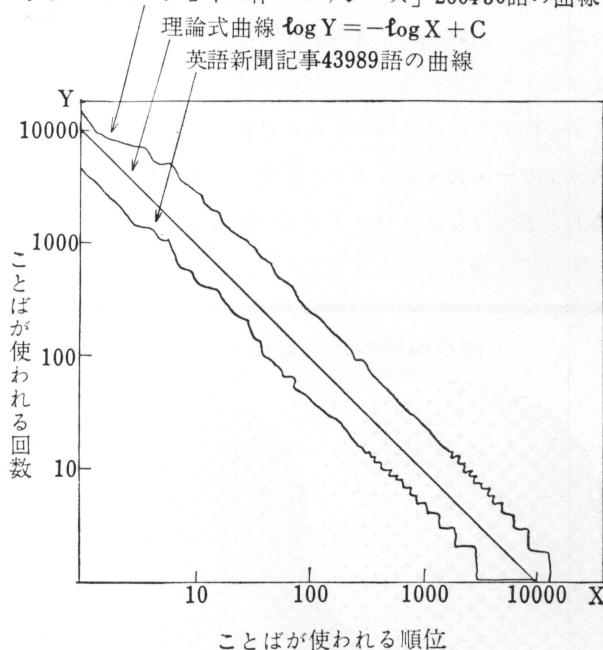
## ことばの科学

さて，人間の行動を測定する実際的な技法として，モレノ教授の社会測定法では，アンケートという手段をとりました。さきの選挙予測による世論調査でも，質問を発し，その質問にどのような回答がでるかが，測定の手がかりとなります。つまり，人間の行動を律するカギは，ことばにありそうだということがわかります。

このような，ことばと人間の関係を，純数理的に明らかにしようとしたのは，ベル電話研究所のクロード・シャノン博士です。彼は，あることば（メッセージ）が1人の人間から語られたり書かれたりし，それが受け手に受けとめられて，もとの意味に復元されるまでの過程と，変容の過程を通信機でいう送信機・雑音・受信機という関係でとらえ，情報理論という新しい学問を打ち立てました。

彼の理論をさらに発展させ，ちょうどコンピュータがプログラムを二進符号に変化させて，計算したり判断をしたりの動作をするのと同じく，人間もまたことばという記号で操作されるのではないかと考えたのが，サイバネティクスの創始者，ＭＩＴのノーバート・ウィーナーでした。つまり，人間の意思や行動は，ことばによって反応をおこし，反応をおこさせようとするというわけです。

このような，ことばと人間の関係を，心理学の立場から分析したものに，ハーバード大学のJ・K・ジップ教授の研究があります。これは，**図1**のように，ある長い文章のなかでは，使われている単語の種類と，そのあらわれる回数との間には一定の関係がある。つまり，同種の

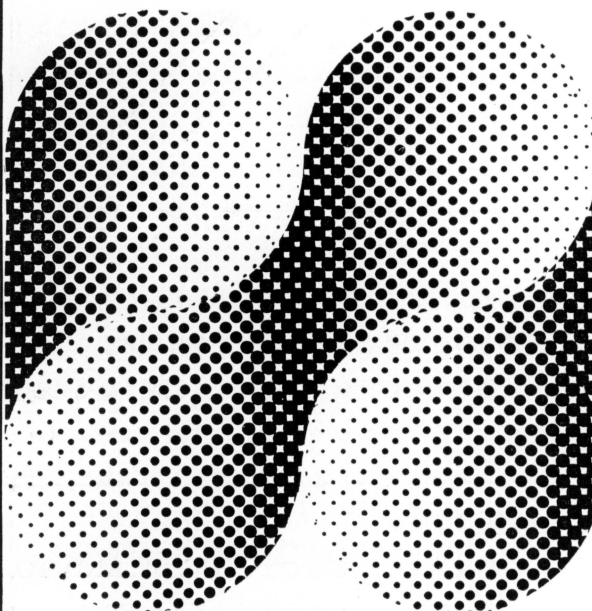
**図1　英語におけるジップの法則**

単語が繰り返して使われる回数は，その回数からとった順位に，指数的に反比例するという法則です。この理論の証明に，ジップ教授はイギリスの作家ジェームス・ジョイスの「ユリシーズ」という小説と，英字新聞を比較して分析しました。

彼の分析結果では，英語では「THE, OF, AND, TO, ‥‥」の順に単語がよく使われていることがわかりました。このような英語の特有な統計的性質は，すでにエドガー・アラン・ポーの名作「黄金虫」で，暗号解読のパズルとして紹介されていますが，この理論とシャノンの情報理論を組み合わせ，数々の興味ある実験もおこなわれています。

たとえば，次のような場合を考えてみましょう。「イヌはワンとなき○○はニャンとなく」という文章で，○○がネコであることは，すぐわかります。このような場合の「ネコ」は先験的確率の高いことばと定義されるのです。単語の統計的性質から，この確率を計算したりシャノンの理論で，その単語の情報量（意味の量）を算出することが可能です。そこで，ある単語を与えれば，その次にくる単語はどのようなものが適当か，これを計算し，順に決めていくのです。

この手法は，ソ連の数学者マルコフが考え出した確率行列にあてはまり，マルコフ連鎖と呼ばれています。この計算をやらせることで，たとえばコンピュータに文章を書かせるということも考えられます。最初の実験は，文字のかわりに音符という記号を使い，コンピュータで音楽を作曲させるものでした。これはシャノン博士の夫人メアリー・E・シャノンが研究したもので，「ランダム」と名づけられたロンド形式の曲です。

実際に文章を作成させる試みは，いろいろな人が実験していますが，その一つに，スタンフォード大学ドナルド・ダン博士がコンピュータに書かせた「男と女」という50語の小説？では，わずかに意味不明な点があるだけで，かなりのレベルにまで到達しています。

このような実験は，単に研究者の遊びとしておこなわれているのではありません。MIT の言語学者，N・チョムスキー教授が開発した，核文章から句構造へと文法が規定されていくという〝生成文法の理論〟と関連づけ，コンピュータで外国語を翻訳する，機械翻訳の実用化のための基礎理論となっているのです。

ジップの法則には，いま一つ重要な応用面があります。つまり，ある主張を強調しようとすると，それに関係のある単語が，特に数多く現われるという現象です。世界一般で，ある単語がどの程度使われているかという比率は，日本語でも英語でも，すでに算出されていますので，ある文章中の特定の単語の使用回数と，世間一般のものとの比率を比較することで，その単語のウエートづけ（相対頻度）がわかります。たとえば，この私の文章では，コンピュータ・社会・人間という単語が，異常に多いはずですから，ヒマのあの人は数えてください。

結局，この現象を利用して，ある文献の主題を抽出するということも可能なのです。イソップ物語の「ネコとネズミの話」をコンピュータにかけ，この手法で分析したところ「ネコとネズミがいた。だれがネコに鈴をつけるか？」という回答が出たという実験例も報告されています。この手法は，コンピュータに大量の文献を記憶し自動的に見出し（インデクス）をつけ，質問に答えるIR（情報検索）の分野で，実用化が進められています。

## 意味と内容の分析

このように，ジップの法則は，主題によって大きな偏りが生じてくることが知られていますが，いま一つ，心理状態によっても左右されることが証明されています。イリノイ大学のオズグッド教授は，自殺者の遺書を研究したところ，そのボキャブラリー（語彙）が，正常人にくらべて著しく少ないことに気づきました。そして「なにもかも」とか「絶対に」とか「永遠に」という紋切り型のことばが多く用いられているのを発見したのです。

自殺者に限らず，感情的緊張下にある人間は，どうしてもこのような傾向に陥りがちです。そこで，人間の記号化行動の特長を数量的に分析する，つまり，ことばを客観的に評価することで，逆にそのことばを使う人間の心理的緊張度合いを測定するということが可能です。

もっとも，ことばを評価するといっても，物理量のＣＧＳ単位のように万国共通，絶対不変の尺度があるわけではありません。そこでオズグッド教授が考え出したのはＳＤ法（セマンティック・ディファレンシャル：情緒的意味の差）といわれる手法です。

これは，ある単語について良悪・強弱・能動受動の判断を多くの人に求め，そこから得られた回答をコンピュータで統計処理し，評価基準とするのです。こうして，各単語別に評価尺度のついた単語表を，コンピュータに記憶させたものを，とくにゼネラル・インクワイアリー（評価辞書）と呼んでいます。

このゼネラル・インクワイアリー手法を使い，第一次世界大戦当時と，例のキューバ危機のときの国際間緊張の度合いを，コンピュータで測定したのが，**図2**のグラフです。これは，スタンフォード大学行動科学研究所のオル・Ｒ・ホルスト教授，ロバート・Ｃ・ノース教授が共同研究したものです。その手法は，まずヨーロッパ大戦開戦前夜の，ドイツ，帝政ロシア，フランス，オーストリアなど欧州列強の対外，対内発言を集め，次いでキューバ危機のときのケネディ大統領とフルシチョフ首相のメッセージすべてをコンピュータにかけたのです。

コンピュータに記憶されたゼネラル・インクワイアリーは総計3519語，それぞれの単語が評価され，国際間の緊張度が測定されたのですが，ここまでにいたる事前の手続きが大変です。まず，単語には異語同義語という厄介なものがあります。例えば「アメリカ・合衆国・ＵＳＡ・ＵＳ・アメリカ合衆国」は，コンピュータでは，このままでは別の単語に識別するおそれがあります。

そこで，これらの単語は同じ意味であると指示する辞書（シソーラス：類語集）をコンピュータに記憶させねばなりません。また文章の５Ｗ１Ｈの法則で知られるように，構文内の単語は，それぞれ修飾の方向性，つまりベクトル量を持っています。仮りに，主語，述語，独立

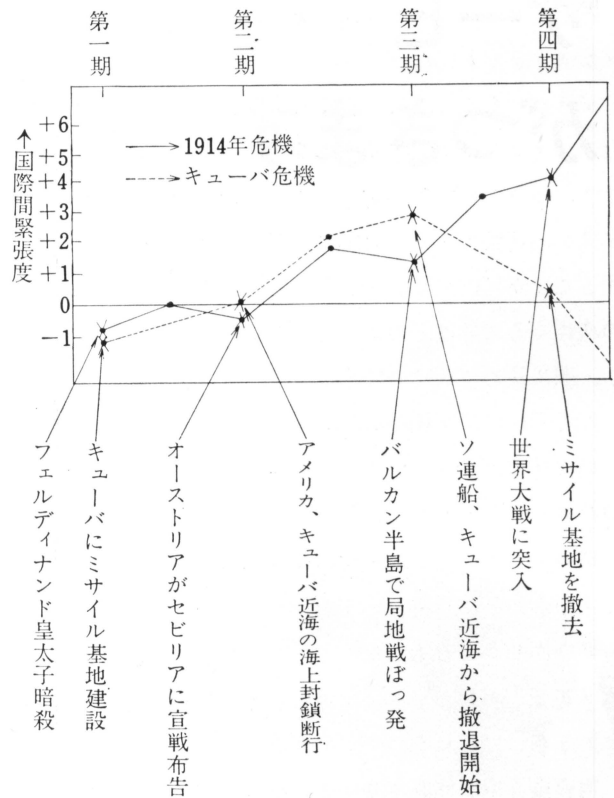
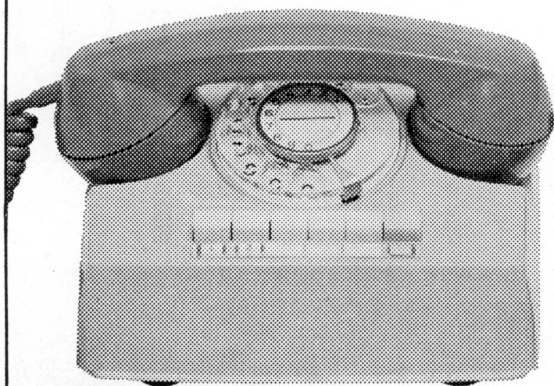



**図２　コンピュータによる国際紛争分析グラフ（スタンフォード大学の研究論文から）**

**別表　ことばの情緒的意味の交差文化的比較（オズグッド教授の研究から）**

| | 「平和」から受ける語感 | | | 「平和」に近い他のそとば |
|---|---|---|---|---|
| アメリカ | 良い | 強い | 受動的 | 希望・真理 |
| フィンランド | 良い | 強い | 受動的 | 未来・パン |
| 日本 | 良い | 強い | 能動的 | 女性・鳥 |
| | 「警察」から受ける語感 | | | 「警察」に近い他のことば |
| アメリカ | 良い | 強い | 能動的 | 進歩・未来 |
| オランダ | 悪い | 強い | 受動的 | 死・煙 |
| 日本 | 悪い | 強い | 能動的 | 怒り・雷 |

語，従属語，行為目的，行為対象などのカテゴリーにあるとして，そのベクトル量を検定するには，各単語の持つ方向性因子をバリマックス回転法と呼ばれる行列式数値計算法などで解いていく必要があります。

こうしたことをコンピュータはやってのけ，各メッセージ内の単語の敵意の強さ，時間的な変化の度合いを数量化してあらわしていくのです。この実験で使われたゼネラル・インクワイアリーは，アメリカ人だけの評価で作成されたのですが，これには若干の問題点があることが後にオズグッド教授の研究で指摘されました。**別表**は，同じことばの評価尺度が国民や人種によって，どう違うかを，アメリカ，オランダ，フィンランド，日本の高校生を対象に，オズグッド教授がＳＤ法で調査分析したものですが，「警官」ということばに，アメリカ青年が「進歩」と「未来」を感じているのに対し，日本やオランダでは，逆のニュアンスを持つという，それぞれの国情による差異が認められるのです。

このような評価尺度が公正であれば，この手法は，数量化できにくいものを数量化して客観的な評価をくだすには有用な方法といえます。商品イメージの分析や，ジャーナリズムの分析と評価にも用いられています。

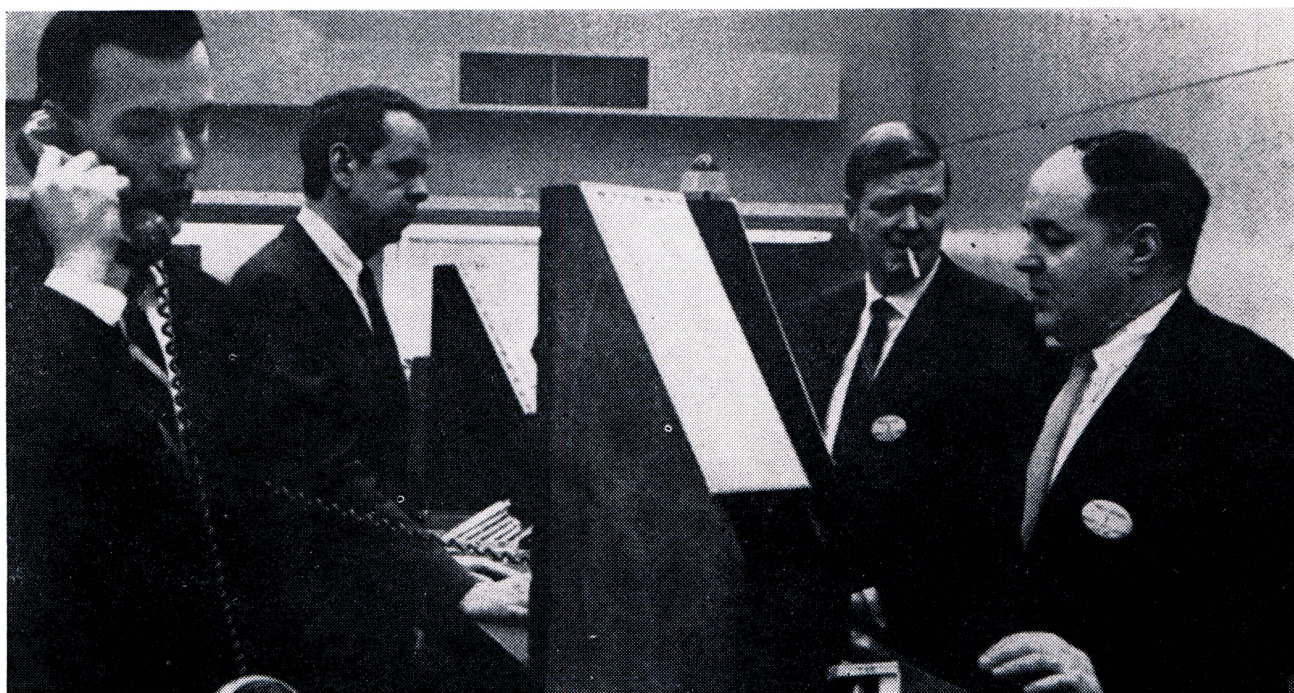
また，このＳＤ法とシミュレーション技法を組み合わせ，ノース・ウエスタン大学のハロルド・ゲッコウ教授がコンピュータを媒介にして実施した実験は，現在の緊迫した国際情勢と照らし合わせ，まことに興味あるものといえましょう。教授は，各種の心理テストで，学生のなかから，第１次世界大戦当時の各国政治家の性格そっくりのものと正反対の性格の学生を選び出し，コンピュータに記憶された当時の外交記録をもとに，学生たちに図上演習をやらせたのです。心理的に似た学生グループは，歴史と同じ経過をたどって，大戦に突入しましたが性格が別のグループは，国際会議を召集し，話合いで戦争を回避してしまいました。この事実をとらえ，スタンフォード大学のノース教授は，「コンピュータの発展で，社会科学者，人文科学者ともに研究手段の飛躍的な拡張が見られた。学問の発達とともに，コンピュータは，将来，英智ある政治家にとっても平和と福祉のための武器となろう」と，その研究論文「実験室で再現した国際紛争の研究」のなかで述べております。

特集／ネオ・サイエンス　コンピュータ時代の新しい科学と応用――論文

# 企業経営の科学とコンピュータ

## 正しいMISへの道を開く新しい科学，それは企業の動態，組織の解明と電子計算機

東京工業大学工学部経営工学科助手

木村　幸信

### 経営科学化のイメージ

「企業経営の科学」といういい方によって，人々はどんな状況を想像するでしょうか？

多くの人々が思い浮かべるのは，まるでオートメーション工場のような，完全に無人化されたオフィスであって，巨大なコンピュータが鎮座したフロアーのところどころにランプが明滅している情景かも知れません。

企業経営における科学の高度利用を唱える人々は，かなりの楽観的期待をもって，そうした状態が可能であると主張します。その理由を裏づけるものとして，人工衛星や移植手術，電子顕微鏡や超音速旅客機などに象徴される，最近の科学のいちじるしい進歩を引合いに出します。

たしかに，日進月歩する科学技術は，ＳＦの世界で夢物語として想像され，現実性があるとは考えられなかっ

たような現象を，次々と実現化させています。

このままのペースで進歩が続けば，人間に代わって，コンピュータが企業経営の主役となる日も近いかもしれません。これは，コンピュートピア建設をめざす人々にとっての1つの信念でもあります。

しかし，一方では，コンピュータ（に象徴される機械文明）の前途に，ある種の限界を主張する悲観論者もあります。そしてその人々は，人間と機械との間に，聖なる一線を画する必要を唱えます。

神の創りたもうた人間という存在には，ある尊厳性が保たれており，どんなに科学技術が進歩しても，人間にとって代わる存在は出現しないというのです。

この種の論争の多くがそうであるように，これら両者の主張とも，盾の両面のようなもので，それぞれ一面の真理をふくんではいます。しかし，どちらも盾の他面にはあえて目を向けず，自己の主張を固守しようとしているため，今後ともこの論議は果てしなく続くようです。

ところで，これら両者の主張の前提には，大きな共通点があります。それは，「企業経営の科学化」ということばを，ただちに，コンピュータなどの"文明の利器"を企業経営に利用し，人間と置きかえることだと解釈している点です。

そうした前提に立って，片方ではそれを喜ばしいことと受取り，他方ではそれを悲しむべきことと受取っているのです。どちらも，「科学化」というものを，科学技術の産物を使用することと考えています。

しかし，企業経営の効率を上げるために強調されている「科学」は，そんな狭いものではありません。宇宙ロケットや，精巧なロボットなども，たしかに科学の一分野である「自然科学」の産物であり，われわれの生活に強い影響を及ぼすでしょうが，科学の産物をものとして単に利用することと，科学的な考え方に裏づけられた合理的な経営とは別なのです。

ここで，科学論そのものを展開するつもりはありませんが，ごく簡単にその性質を述べてみると，

(1) 客観的な法則・原理によって成り立っている。

(2) いろいろな現象の説明と予測をおこなう。

(3) 一連の確立されたアプローチを持っている。

(4) 自然科学だけでなく，人文科学，社会科学をもふくむ。

などがあります。

企業経営という経営者の仕事について，よくアート（芸，技能）とサイエンス（科学）との関係が問題にされます。また，最近では，スペシャリスト論とからんで，マネジメント・エンジニアリングといった言葉も用いられはじめました。そこで，経営科学化を論じる前にこうした混同されやすい分野，科学と技術と芸の3つの区別をあきらかにしておきたいと思います。

芸を支配するのは，個人の生れつきの能力といえます。音楽的才能（音楽や絵画など，いわゆる芸術はアートの代表的なものである）のない者は，いくら努力をしても，名演奏家になれるはずがありません。世界的な芸術家というのは，生れつきの天才か，つぎにとり上げる技術の面での訓練を十分積んで完成するものですから，その点では，不世出の名経営者と呼ばれる人々も同様といえます。

そうした才能のない人でも，たとえば指の運動に欠陥さえなければ，一通りの演奏家や，音楽の教師にはなれるはずです。生れつきの天才的能力がなくても，一応人なみの素質を持っている人が，十分に訓練されれば，マスターできる領域を技術といいます。天才は，人から人へ伝えることはできないが，技術およびその基礎となる訓練は，人から人へ伝えることができます。

最近，プロフェッショナルという語がよく使われますが，これは，教師・法律家・技師・医師など，訓練によってつくり上げられる職業分野のことをいいます。これはそれぞれ自己の技術が存在理由になっています。プロ野球は，プロという字を使ってはいるが，まだまだ個人の生れつきの能力による面が大きく（実際には，そうでなければ面白くない。王や長島が訓練しだいで何人でも出現したのでは興ざめである），アートに近いといえます。

技術には，理論がいくら判っていても，訓練がなければどうにもならない面があると同時に，理論が判っていなくても，訓練や経験の蓄積でものごとを処理できる面があります。なぜ協和音と不協和音があるかは，音響物理学によって振動数の関係を示されるまで，その理屈がわからなくても，演奏技術や作曲技術の上では，経験的

に見出された和音の組合せで，美しいハーモニーを創り出すことができたのです。

ものごとの説明と予測が客観的に行なえるものを，理論といい，理論をつくり出すのを科学といいます。理論のねうちは，単に人から人へ伝えることができるだけではなく，伝えられた人に何らの経験がなくても，それを利用できるし，さらに他の人に伝えることができる点にあります。

ドとミとがなぜハーモニーするか（説明），レとソとではどうなるだろうか（予測）という問に対して，振動数の理論を知っている人なら，たとえその人がピアノすら弾けなくても，正しく答えられるはずです。

このように，ときどき混同されて用いられる，科学と技術と芸とは，それぞれ異なった性格を持っており，区別して扱うべきものなのです。しかし，それと同時に，これら三者は，相互に深いつながりを持っています。天才的な能力を持った人が開発したテクニックのうち，かなりの部分が訓練によって，他人に伝えられることがわかり，さらに経験が蓄積されて理論の域にまで法則化されるのです。

逆に，純粋な知的興味によって見出された新しい理論が，新しい技術を生み，天才の芸を一段と飛躍させることもあります。このように，三者が互にギブ・アンド・テークのつながりを持ちつづけることによって，全般的な発展が期待できるのです。

企業経営についても，話は同じことがいえます。一群の天才的経営者の持っている″芸″の段階，ビジネス・スクールや企業内において，仕込まれる″技術″，それらの基礎となる経営の″理論″の３つを区別し，しかもそれらの相互作用も重視しなければなりません。

しかし，現状では，「経営学」という名称で，たんに天才の芸の跡をたどったり，経験的にノウハウとして蓄積された技術を列挙したりして，区別があいまいになっています。また，ひとつの基礎として，経営組織内の現象を説明したり，予測したりできる真の科学は，ほとんど確立していないといってよいでしょう。

経営の科学化という目標に向って，学者も実務家も協同の努力をしなければならないのは，以上のような問題意識を持った上のことなのです。そして人間の集団が，社会を形成している企業という場に起こる諸現象を解明するためには，社会科学・人文科学といった，自然科学以外の分野の協力も仰がなければならないのです。

## システム・アナリシス

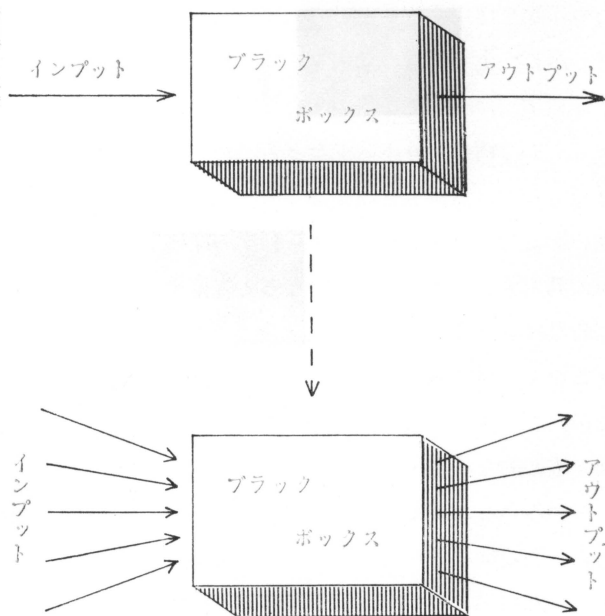
経営の科学化が，表面的な機器の使用だけに終わるのでなく，経営システム内の諸現象を説明し，予測することを目的としなければならないことは，いままで述べてきた通りです。

経営者が，デシジョン・メーキング（Decision Making：意思決定）を行なうにあたって，なにより大切なのは，自己の決定の結果が，経営システムという複雑な仕組みの中を通り，どのような結果となって現われるかを見きわめることです。

そうした見きわめ—予測—が正しく行なわれたら，経営者にとってもっとも望ましい行動の方向を，十分な確信をもって選択できます。これこそ合理的な意思決定であり，科学的な経営の名にふさわしいものといえます。

しかし，決定がシステムの内部におよぼす影響を予測すると一口にいっても，実はこれが大問題なのです。

経営システムは，人間という，それ自体いかにも複雑な反応をする単位体がたくさん集まってできたもので，社会という，これも複雑なメカニズムのなかに置かれて

図１　人間の特性を主体的にとらえる

います。

ここで複雑といったのは，つぎのような点についてです。人間という要素を，インプット（input：出力）とアウトプット（output：入力）をもった1つのブラック・ボックス（闇箱）とみたとき，

(1) 同じインプットに対して，そのつど異なるアウトプットが出てくることが多い。
(2) 過去の経験を記憶していて，これが反応のしかたを上達または習慣化させる。
(3) インプットとアウトプットの関係が，単純な比例関係でないことが多い。
(4) 表面にあらわれたインプット以外の，インフォーマルなものの影響をうけやすい。

こうした複雑な関係が，ちょうど網の目のように交錯しているのが，経営システムの姿なのです。（**図1参照**）

システムが複雑なメカニズムで構成されていくとき，ある1つの側面についてインプットとアウトプットとの関係を苦労して把握し，望ましいアウトプット（結果）をつくり出してくれるようなインプット（決定）をえらんだと仮定しましょう。

経営者はさっそく，この決定がただちに実施に移されるよう，部下に命ずるでしょう。

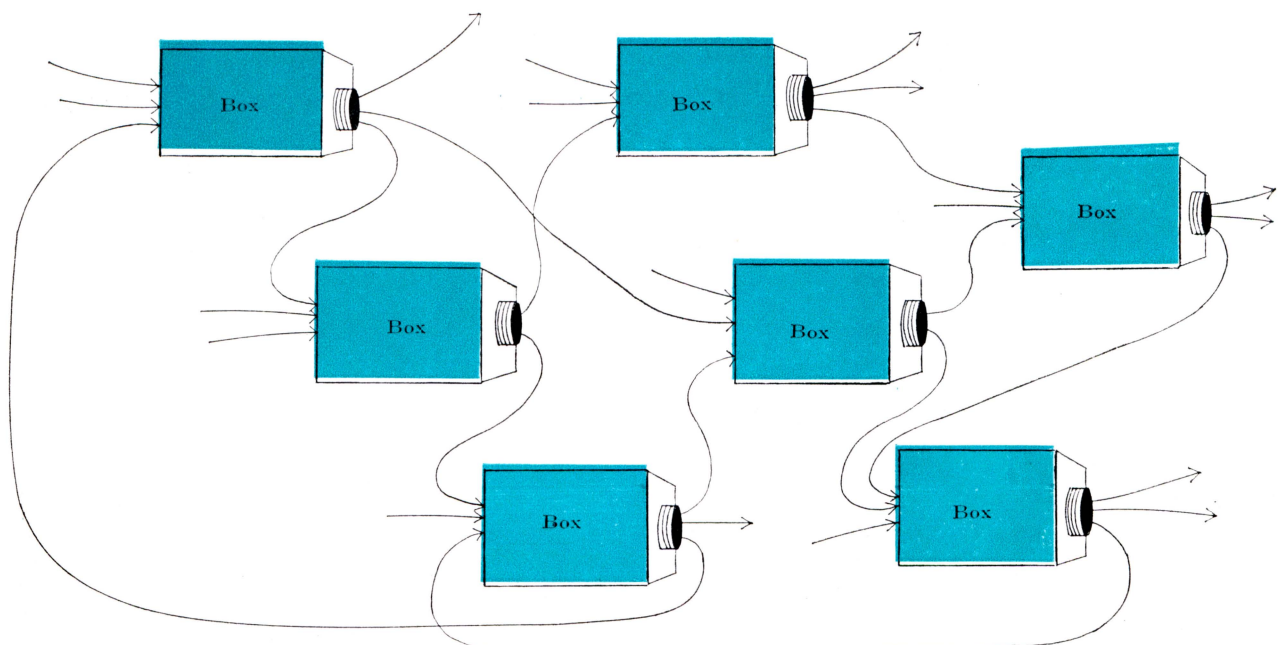
しかし，この命令がシステムの内部で実施されたとき，思いがけない結果を生むかもしれません。

いま，決定にあたって考慮したアウトプット（たとえば，生産量をふやすこと）は，みごとに達成できたのだが，そのかわり，他のアウトプット（人件費がかさむこと，とか，不良率が増加することなど）の面で，いろいろと望ましくない点が出てくるかも知れません。

つまり，個々の人間が，1つのインプットと1つのアウトプットをもった，単純なブラック・ボックスであるとみていたのでは，相互関係や，そこからもたらされるダイナミックな動きにまで，考えが至りません。人間というものは，複数のインプットと，複数のアウトプットをもつ，高級なブラック・ボックスで，経営システムは，そうした1つのボックスのインプットが，他のボックスからのアウトプットであり，そのボックスのアウトプットが，さらに他のボックスのインプットになっているという，巨大なネットワークなのです。（**図2参照**）

このような錯綜したネットワークを，1つの独立したシステムとみなし，そこに適切なインプット（経営者が下位部門に与える目標，命令，評価基準，プレッシャーなど）を投入し，アウトプット（下位部門の行動，成績）を望ましい方向に動かすためには，

(1) このネットワークの構成がわかっていること。
(2) ネットワークで連結されている。各ブラック・ボッ

図2　経営システムのネットワーク

クスの性格がわかっていること。

が必要です。

この２つが解明されたとき，なにが適切なインプットであるかを知るためには，ちょうど化学者が試験管を用いて実験をくりかえし，化学成分の最適な組合せを見つけ出すのと同じように，考えられるインプットを片端からテストしてみなければなりません。

何回も何回も条件を変えてテストし，試行錯誤的に探索をおこなって，これが最善のインプットだと考えられるものを追求しなければならないのです。

しかし，ここに１つ問題があります。実験室の化学者は，テストしてみた配合が思わしくないものであったことがわかったときは，すぐに試験管の内容を捨ててきれいに洗ってやり，ふたたび配合を少し変えた次の実験へと進むことができます。

それに対して，人間集団を相手にするときは，こう簡単にはいきません。人間には記憶という能力があり，経験によって行動を修正できる機構をもっています。

経営者がテストしてみた，いくつかのインプットのうち，どれを最初にテストするかによって，その後の反応のようすはまったく違ってきます。人間の頭の中は，試験管を洗うように，きれいにさっぱり洗い流すことができません。

しかも，実験台になるのは，現実に生存し，成長しようとしている企業組織，またはその一部なのです。試験管のテストなら，思いがけない結果（悪臭など）が出ても，鼻をつまんで流しに捨てれば，何事もなかったように次の実験にとりかかれますが，企業の場合は，実験の不成功が，実験台となった組織の崩壊を意味するからです。

このような点，つまり実験の困難性という点が，人文科学や社会科学を，自然科学なみの精密度にまで引き上げられず，科学という語がこれら諸科学の総称でなく，自然科学だけの代名詞として使われるようになった原因でもあるのです。ここに，科学の道具としてのコンピュータの存在意義が生まれてきたのです。その１つが，コンピュータの能力を利用して行なう，システム・アナリシス（System Analysis：システム分析）なのです。

システム・アナリシスは，ふつう，つぎのような３つのステップをふんで行なわれます。

(1) 問題とすべきシステムの構成を把握する。すなわち，沢山のブラック・ボックスを確認し，それらがお互にどうつながっているかを明らかにする。（現状分析）

(2) 個々のブラック・ボックスについて，入りこんでくるいくつかのインプットと，このボックスで作られるいくつかのアウトプットの相互関係を見出し，できるだけ単純な関係におきかえる。（モデル化：modeling）

(3) システム全体へのインプットとして，現実にありそうな状態，あるいは経営者がテストしてみたい状態を与える。そして，各ボックスおよびシステム全体がどう反応するかを，モデルに対しておこなう。モデルはコンピュータに教えこんで，各ボックスの〝まね〟と，ボックスとの連絡とをやらせる。（シミュレーション：Simulation：模型実験）

以下では，その代表的なものをいくつか，ごく簡単にながめることにしましょう。

## 経営組織のシミュレーション

### 1. Industrial Dynamics（インダストリアル・ダイナミックス）

これは，ＭＩＴ（マサチューセッツ工科大学）の，Ｊ・Ｗ・フォレスター教授がとなえた方法です。彼はもともと，電気工学や自動制御の専門家であっただけに，人間とか組織の問題に対しても，きわめて大胆に，いかにも技術者らしいやり方を考えました。

前にもみたように，経営システムを構成する無数のブラック・ボックスである人間は，インプットとアウトプットとの関係がごく複雑で扱いにくいものです。そこでフォレスターは，個人がおこなうデシジョンの内容を，さらに細かく分割していって，その１つ１つが，ごく単純な反応や，二者択一であらわせるまでにしました。

そうした例の１つとして，**図３**に示したシャワーの温度調節のモデルがあります。モデルをどう想定するかで，インプットとアウトプットが変わりますが，ここでは，外部からの変動（水圧の変動，他室での使用状況……）をインプットとし，それに対する反応をあらわすとして，シャワーの温度をアウトプットとしてみます。

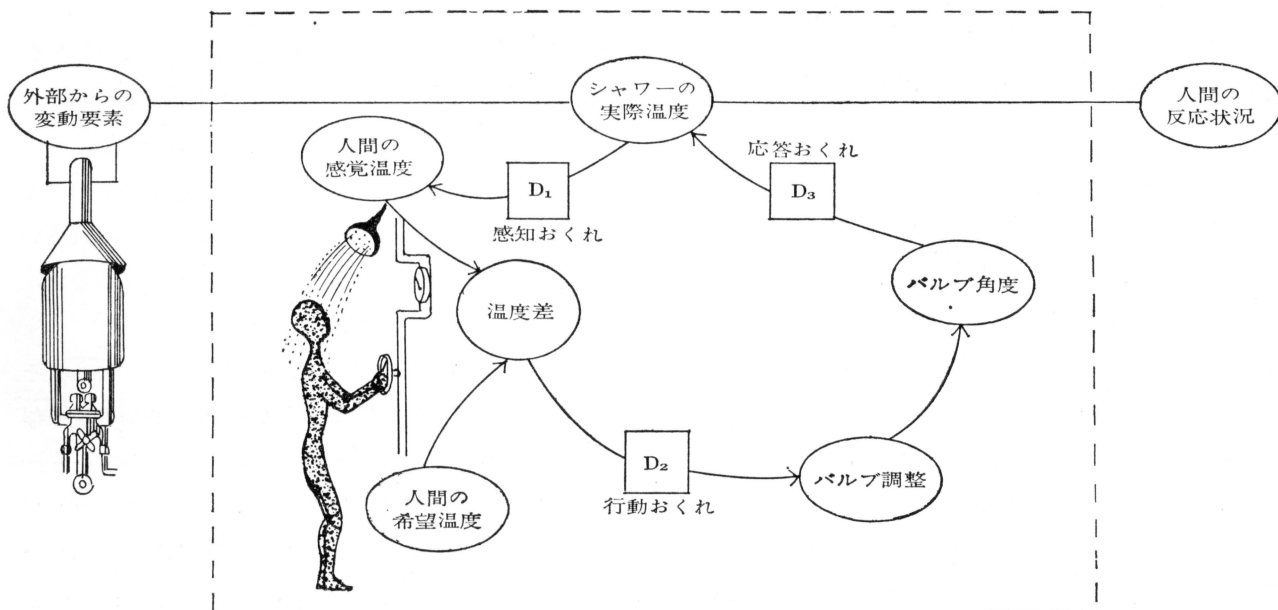
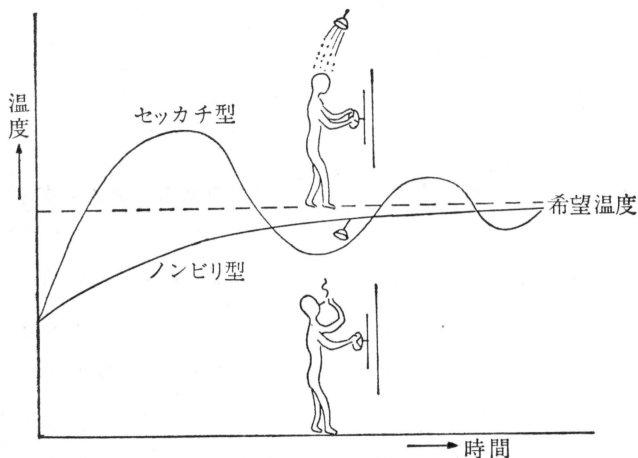
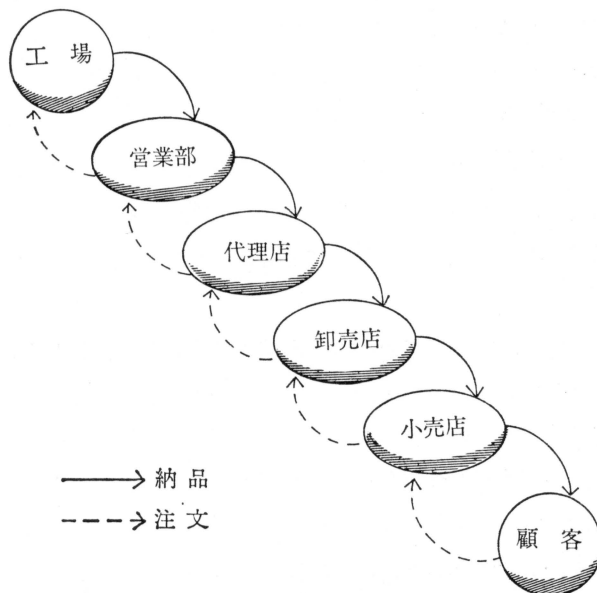



**図3　シャワーの温度調節モデル**

**図4　シャワー温度のうごき**

**図5　ディストリビューションのモデル**

ここで，仮に外部からの変動がゼロであったとしても，ある低すぎる（または高すぎる）実際温度からスタートしたとき，それが希望温度に一致して安定するまでには，かなりの時間がかかります。このことは読者諸氏も体験されたことがあるでしょう。**(図4参照)**

一方では，フォレスターは，マクロなものの見方をも駆使しています。たとえば，１製造会社の製品が，数店の代理店，数十店の卸売店，数百数千の小売店を通じて顧客に流れるモデルを考えるに当たって，ある１人の小売店主の行動は詳細に分けて，単純な処理の組合せで表現しますが，それ以外の無数の小売店主の行動も，すべてこの１人の行動に等しいと考えています。モデルの上では，全国の顧客が１つの小売店で買物をするような形になります。**(図5参照)**

経営者のための実験室をといういい方をしたのも，このフォレスターです。こうしたモデルを経営者みずから組立ててみて，そのモデル企業にいろいろの条件での実験を繰り返し，デシジョンが可能になるというのです。

経営者が，こうしたシステム・アナリシスを気軽に行なえるよう，DYNAMO という，Industrial Dynamics 専用のシミョレーション言語（コンパイラ）が用意されています。単に，シミュレーションを実行してくれるだ

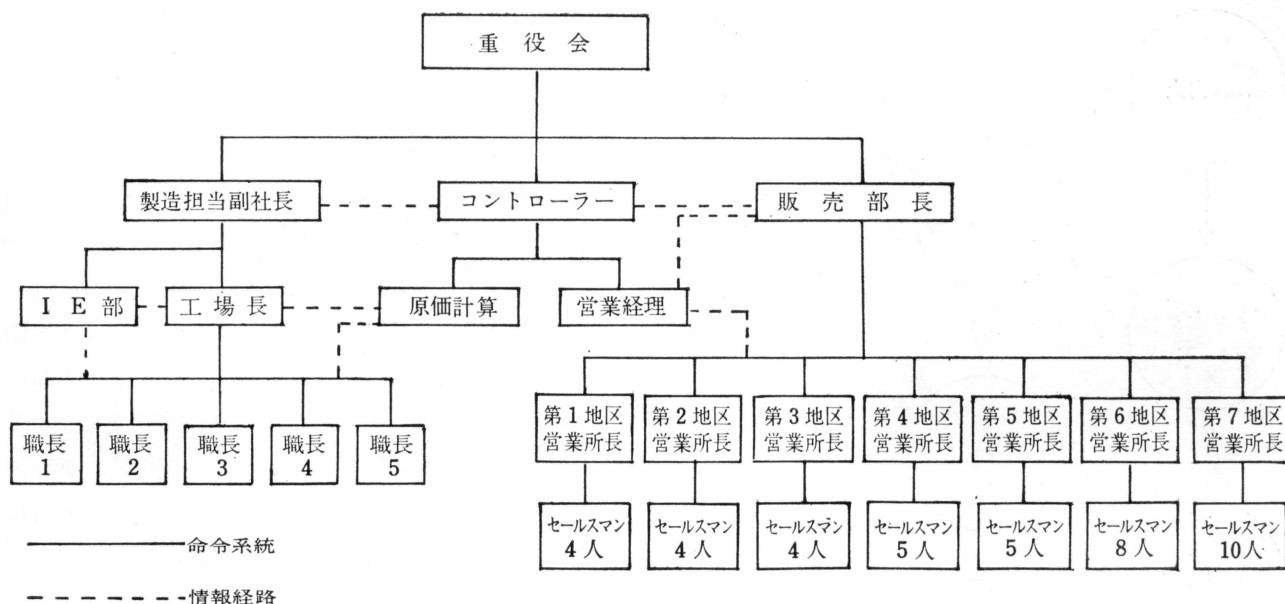



図6　モデル会社の組織図

けでなく，結果を表や図にまとめてプリントしてくれる機能も付いた親切なものであるだけに，わが国ではフォレスター的でないシミュレーションにも，よく用いられます。

## 2. Bonini の企業モデル

これは現在は，スタンフォード大学にいるC・P・ボニーニ教授が，カーネギー工科大学（現在の名称はカーネギー・メロン大学）において，サイモン，サイアット，マーチなどの「企業行動理論」の主唱者たちの指導の下に作成したモデルです。

ボニーニは，シミュレーション一般論というより，ある1つの具体例を提示して，そのモデルについての実験を行なったものですが，考え方自体は，システム・アナリシスに大いに参考になります。

彼の想定した会社は，**図6**のような組織を持っています。この社は，4つの製品を全国7地区の営業所を通じて販売しています。セールスマンの分担も，製品別でなく，地域別ですから，どのセールスマンも4つの製品すべてを扱います。

フォレスターのモデルとのいちじるしい相異は，たとえばこの40人のセールスマン，7人の営業所長，5人の職長が，1人1人それぞれにことなる行動のパターンを持っていることです。

その代わり，個人の意思決定のメカニズムはあまり細分化せず，プレッシャーという心理的要素をモデル化して，行動の説明にあてています。

プレッシャーというのは，自己の過去の成績，同僚との比較，上役のプレッシャーなどから合成される心理的圧力で，個人の努力の程度や，統制の程度に影をおよぼします。（**図7参照**）

彼のモデルのもう1つの特徴は，重役会における決定が満足基準で行なわれている点にあります。過去の業績によって定まる目標利益額と，予想される計画利益額とを比較し，予想が目標を上回っていれば，計画案を承認してしまいます。

予想が，目標に達しないときにはじめて，計画案の手直しをおこなって，努力をそちらに集中するが，それも1度に1つのことしか検討しません。そして，何通りかの改善策に当たってみて，まだ予想が低いときは，あっさりと目標そのものを引き下げるのです。

このように，きわめて人間くさいモデルを作りあげたボニーニは，この会社の操業条件をいろいろと変化させて，系統的なシステム・アナリシスを試みています。モデルは，FORTRAN というプログラム言語（コンピュータに仕事をさせるための特別な言葉）で表現され，ＩＢＭ7090でテストされました。

## 3. ビジネス・ゲーム（Business Game）

G・R・アンドリンガーが，ハーバード・ビジネス・

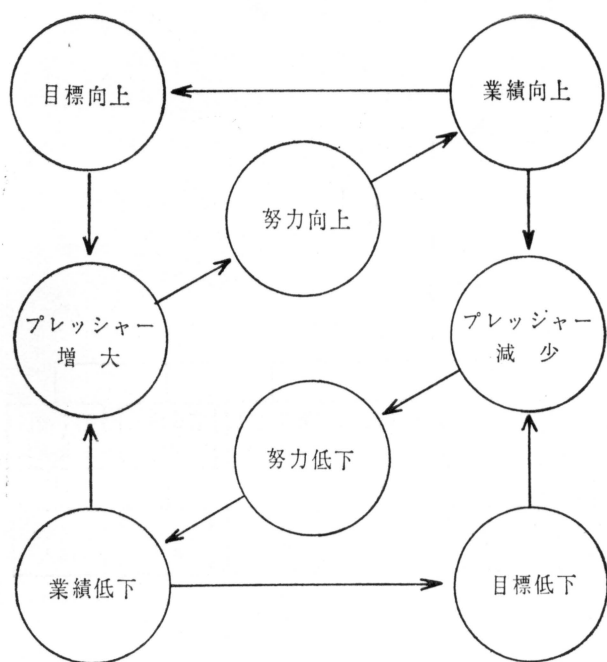



**図7　プレッシャーの作用**

レビュー誌に発表した論文 "Business Game――Play One !" は，わが国にも大きな反響をよびおこしました。いまから10年ぐらい前のことです。



参加者の何人かが，グループをつくり，１つのグループを１つの会社とみたて，与えられたルールにしたがって，いかに巧みな意思決定をおこなうか，会社ごとの競争となるわけです。

中立のグループ（審判団）がいて，各チームの決定内容を分析し，相互作用を考慮に入れた上で，販売量，シェア，コストその他，各会社の成績を判定します。

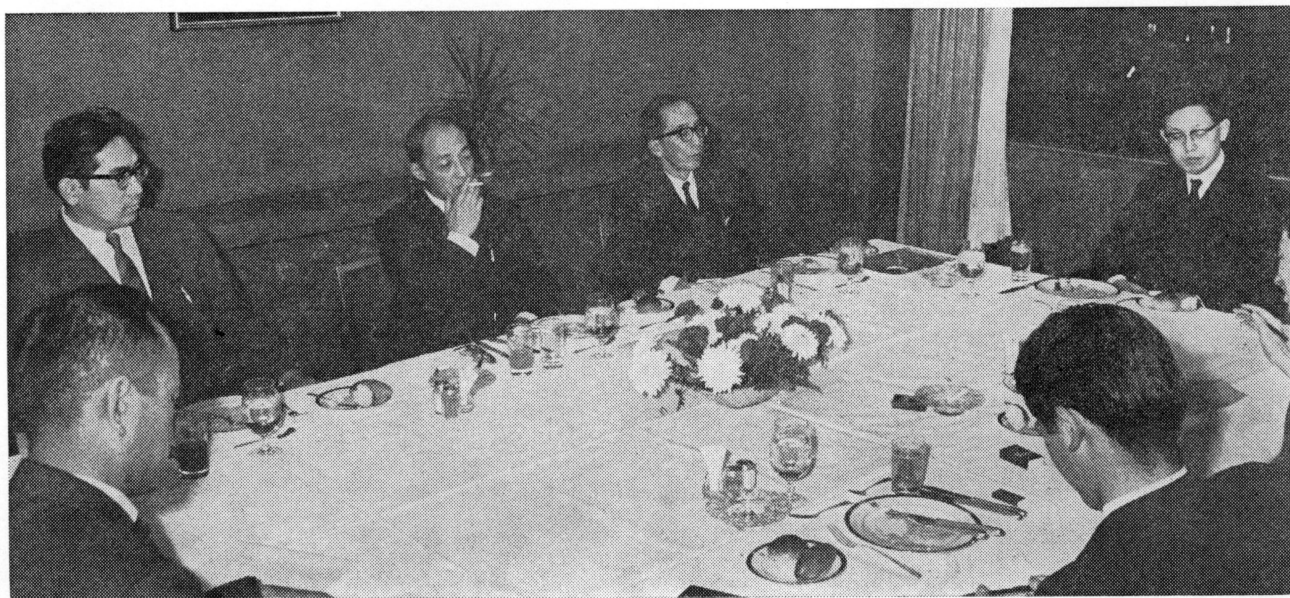
もともとビジネス・ゲームは教育用・訓練用として開発されたものだけに，その後も各所でさかんにその目的で用いられました。アメリカでは，各大学，各企業がそれぞれ自己の組織にふさわしいゲームを作成し，教育・訓練に利用していますが，わが国では，一時の大流行に止まり，それ以上目立った動きはみられません。

システムを観察する第三者にとって，システム・アナリシスの道具として十分役に立ち，しかも参加者には適当な興味と刺激を与えることによって，教育・訓練にも役に立つモデルは，審判団の判定能力の点から，ごく最近になって実用化されてはじめて意味を持つようになってきました。

参考文献
馬淵良逸「マクナマラ戦略と経営」ダイヤモンド社 (Executive books)
サイアート，マーチ「企業の行動理論」ダイヤモンド社
松田，横山，春日井「経営組織のシステム」日本生産性本部（経営システム工学体系４）
渡辺，坂倉「インダストリアル・ダイナミックス」東洋経済新報社
古川，高宮「計数管理の理論と方式」（有斐閣現代経営学講座８）

# コンピュータと新しい科学

## 自然科学から社会・人文科学へ，コンピュータは科学の新しい可能性をもたらす。その現状・将来

出席者・サイエンス・コメンター 相島 敏夫　上智大学教授 武者小路公秀
早稲田大学教授 松田 正一　東京工業大学 吉田 夏彦
司会・本誌編集長 福田 周司

### 新しい科学技術を生み出している

**福田**　改めて申すまでもありませんが，コンピュータは歴史が浅いにもかかわらず，社会的なインパクトは非常に大きく，いろいろな面で新しい現象を生みつつあります。とくに注目したいことは，サイエンスにたいするコンピュータの役割が非常に大きいことと，同時にそこにいろいろな可能性を与えつつあるということだと思うのです。それがどういう面で現われているのか，あるいは現われようとしているのか。一方，可能性といってもそこには限界があるので，それを今後どのように研究開発していくべきかなどについてお話ねがいたいと思います。

そこで，このコンピュータが，いったい科学にどのような役割を果たしてきたのか，またどのような可能性をもたらしたかについて，相島先生からおねがいします。

**相島**　いまのところはアカデミックなサイエンスの面よりも，むしろイノベーション，技術革新に役立っている面の方がはるかに多いと思っています。

ですから，科学の新しい領域を開くという点では，む

しろ将来の期待に属することだと思います。技術革新についていえば，そのもっともいい例は宇宙開発だと思います。コンピュータは，宇宙開発にとって不可欠ですし，同時に持ちつ持たれつで，コンピュータそのものも進歩したといえます。

もちろん，コンピュータの果した役割は宇宙開発の面ばかりではありません。平和産業にも広く貢献しています。また一般社会生活にも関係してくる。

たとえば，交通コントロール，パブリケーション関係では新聞，出版などに大きな変革を与えている。それに情報伝達という点で，気象関係があげられます。

しかし，今後のことを考えるとコンピュータは，技術革新の面から基礎的な学問にどんどん使われるようになると思います。現に生化学や天文学，核物理，とくに素粒子の学問分野では，そのきざしがみられます。

**福田**　たしかに，いままでコンピュータの科学的な分野では，すでに造りあげられてきた理論や手法のうえに立って発展してきたと思うのです。しかし，今後はだんだん科学そのものの新しい分野を，逆に切り開いていくのではなかろうかという気がします。

ところで松田先生は，システム工学の関係を以前から研究されてこられたようにうかがっています。システム工学というものは昔からあったものなんでしょうか。

**松田**　システムの理屈は，昔からあったわけです。それにコンピュータなどがはいりこんで，技術面でさらにシステムの範囲が広がった。それを称してシステム工学といわれるようになったのです。

現在では，単に機械だけのシステム工学ではなく，生物がはいり，人間がはいって，人間機械システムという広い社会を包含するシステムになっています。

いずれにせよ，コンピュータがはいりこんでいくことによって，一種の学問のつぎ目のようなものを果たしてきて，一つの新しいサイエンスを生み出している。そのサイエンスの一つとして，システム工学というものを考えなければいけないのではないかと思っています。

お話のように，技術革新の例ではコンピュータの利用面は非常に多岐にわたっており，やがてこれが一つの思想的なものというか，学問的な新しいタイプができる。いまはシステム工学とか人間工学とかがあるけれど，もう少し抽象的の段階では，ゼネラル・システムの理論が展開される。それにサイバネティクスというものまで含めて考えれば，こういうものがはっきりした思想で統一されたところで，はじめてシステム工学というものの理論体系ができると思っているんです。

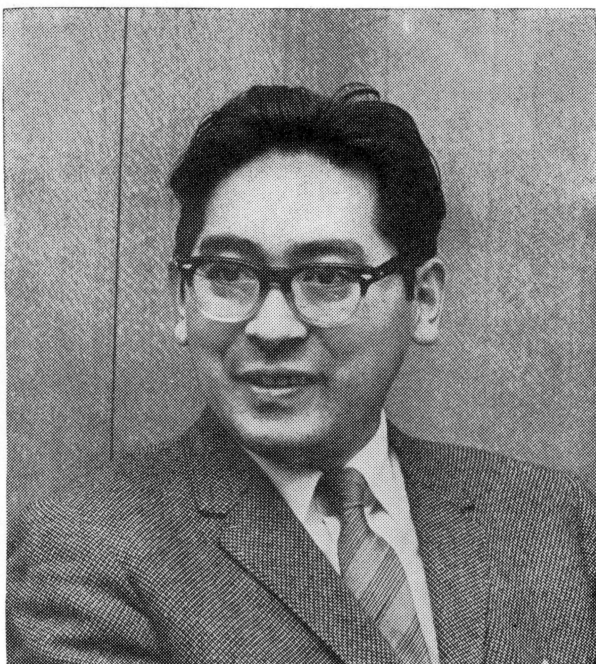
相島　敏夫氏

## 社会科学の新しい部面

**福田**　いまのお話に，私がこれから質問したいと思っていた一部分が出ました。たとえば行動科学あるいは未来学というものが最近表面に出ていますが，これは自然科学でもないし，社会科学ともいいきれない。いずれにせよコンピュータの登場と並行して生まれてきた新しいサイエンスの一分野ではなかろうかと思います。そのへんのことを武者小路先生ひとつ。

**武者小路**　これは非常に複雑な問題なんですね。

行動科学といっても心理学的な側面もあるし，経済学に近いものもある。ひと口に行動科学といっても，いろいろなものを行動科学という名で呼んでいるような傾向があるんです。

ただ，行動科学で共通している面は，人間行動を数量的にモデル化して，数量的な形でとらえようとするところだと思います。このモデル化と数量化という両方でコ

武者小路　公秀氏

ンピュータと密接に関係していると思うんです。

ただ，発生の順からいうと，行動科学という考え方はいろいろな社会科学，人文科学の中で，これらの学問をもう少し厳密化しようという考え方が第二次大戦前からあった。が，だんだんに進んできて数量化しなければいけない，厳密な理論体系をつくらなければいけないという意識が生まれてきた。そこに，コンピュータが登場した。コンピュータは計算能力あるいは大量のデータを一挙に処理できる能力がありますから，そのためにモデル化や数量化という傾向が急速に伸びたわけです。

そういう意味で，いまの行動科学のレベルというものは，ある意味ではコンピュータのもつ可能性を十分に活用しているとはいいきれません。というのは，たとえば手計算でやれば何年もかかるものを，コンピュータで即座にやらせ，政治家の書いた文章を，コンピュータに読み込んで，ことばを数える場合のデータ処理をするとかにコンピュータを使っているからです。これらは，大量のデータ処理にすぎません。

そこでもう少し進めて，コンピュータがなくてはできないものをやろうとしているが，現在の段階ではないかと思っています。その手法としては，たとえばシミュレーションなどです。シミュレーションは，複雑なモデルを操作してやるわけですから，コンピュータがなくてはできない。この面では，ある程度までコンピュータがなくてはならない研究も現われてきつつあるわけです。

**福田**　いずれにせよ，コンピュータはいままでの科学を基盤にしたテクノロジーというものと結び付き，さらにその基盤を開発してきたと同時に，システム工学とか行動科学とかといったものの進展をうながしてきたといえそうです。これらは，ある意味では社会的な現象面で新しいものを生み出したといえると思います。吉田先生，哲学的にみて，これらはどういう意味をもつのでしょうか？

**吉田**　社会にたいして，どういう影響を与えるかという問題と，それから社会が，そういうようになったからできたということと二つに分けて考えられますね。

しかし，後者の場合はむずかしい問題ですね。技術が発達してきたとか，宇宙開発が盛んになったとかは，コンピュータの発達をうながしたともいえますが，これらは偶然に出たと思うんです。

しかし，その結果はかなり大きなものがあると思います。たとえば最近，情報社会ということばが使われていますが，そういうことは，コンピュータの発達がなければ考えにくかったと思うのです。

## 新しい科学への条件

**福田**　とにかく技術革新のにない手であることはまちがいないわけですが，自然科学の分野ではいかがですか。なにか非常に新しいものをコンピュータが生むといったような可能性はありませんか。

**相島**　それは，これからというところですね。つまり非常に実験データがふえてきており，コンピュータはそのデータ処理をする。

一つの例として，漢方薬というものが最近再認識されてきた。新薬とかハイカラな薬とかよりも，漢方薬がいいんじゃないかという認識がたかまってきた。日本のみならず世界各国でその研究が進められております。

ところが，これの要素が非常に複雑で，そのどれがどうきいているかわからない。症状に応じて草根木皮を調合して与えるんですが，まったく臨床的なんです。これをもっと科学的に分析して，その草なり根なりが，どの

病気のどれにきいているかを分析しなければならない。これはたいへんな仕事なんです。これは，どうしてもコンピュータの力を借りてやらねば解明できません。これが解明できれば，あるていど新薬的につくることもできるし，科学合成もできるだろうという考え方なのです。

これなど，非常に古めかしいものと新しいコンピュータが結びついて，医薬に新しい面を開こうとしているいい例だと思っています。

**武者小路**　いまの漢方薬の話が行動科学についてもあてはまるのです。つまり漠然とみんながいっている行動科学的研究は，非常に単純な意味というか，法則というものを洗い出して，こういう層があるとか，こういう要因があるとか，こういう問題を解決するというようなものなのです。ですから伝統的な学問をしている人々は，これを単純すぎるといい，自分たちの仕事は，名人芸で複雑なことを説明する。ところがその説明がボヤッとしていて，つかみにくいわけです。まさに漢方薬のようなものなのです。

結局，行動科学的な研究でやろうとしているのは，複雑な社会現象自体に無数の変数がはいっているので，その中でほんとうにきいているものはなにか，たとえば戦争の原因はこうであるという哲学的な議論は昔からされているが，どれがほんとうなのか。戦争が起こったときにどんな原因があったのかということを，事例からみつけ出そうということになるのです。そういう形で一歩科学に近づこうとしているわけです。

**福田**　松田先生，インフォメーション・セオリー（情報理論）は，いったい科学なんでしょうか。

**松田**　ええ，科学だと思います。もちろん，その出発段階では原子工学とか機械工学とかというもののメッセージは，通信機を対象にしたけれど，サイバネティクスの思想がはいったことによって，一般に通信と制御の理論という立場で，もう少し広い社会現象とか，いまのところは生物現象の段階ですが，この面までインフォメーション・セオリーの思想によって説明できる可能性が出てきたような気がするんです。

**福田**　強引な結び付け方かも知れませんが，科学の第一歩はデータの科学，つまりデータ処理だと思うのですが，ちがうんでしょうか。

松田　正一氏

**相島**　科学はデータをつかんでリポートできなければいかん。これが１回しかできないんではだめです。

**福田**　それを体系化するということも必要ですね。ちょっと角度がちがうかも知れませんが，インフォメーションというものとの結び付きは新しいと思いますが…。

**松田**　ええ，いわゆるデータとか，一種の量とかいうものにたいする考え方よりも，むしろ科学方法論における一種の演繹理論体系をつくり，それが一つの体系の中の重要な部分を占めるという感じがします。

**福田**　そこに，なんらかの形でコンピュータが役割をもつ・・・・。

**松田**　それが一つの手段になって，モデルをつくりあげるわけです。

**吉田**　さっきの漢方薬で思い出したんですが，人間社会には名人芸でできるものも，機械でできるという考え方が一つある。

もう一つは，機械ではやりにくいが，それをなんとかくふうして機械にやらせようという考え方と，面倒くさいものならば，できるものでやろうという考えです。この場合機械には，本質的に限界があるかも知れない。たとえば，翻訳の問題になると，かなりの隘路があって突破できないんではないかといわれています。

ですから，コンピュータに合わして社会を設計すると

いうことになると，ずいぶん人間の社会は変わると思いますが，そういう意味の影響が大きいと思うのです。

**福田**　自然科学の発達が社会的にみて，目に見えない長い歳月をかけながら，人間というものをむしろひきずり込んできた感じがするんですが。たとえばもともと哲学というものは，われわれの常識からすると，メタフィジカルなものの連想から感覚的神秘的な学問のような感じがするのですが，どうも社会はそういう方向に進まないので，なにか科学的な具体的なものへ向かっている。

**吉田**　ええ，そうなんです。面白いと思ったのは，機械翻訳は5年前にプロジェクトができたが実際には成果がなく，なにかいい方法はないかさがしている。非科学精神と繊細な精神が必要なんだということが出てくる。ところが，その繊細な精神は，アナログ的なのですね。アナログというものは，数学的にいうと論理的にできている。論理的とはいうけれど，最終的には演算はディジタル・コンピュータにやらせることができるわけです。ですから，科学から哲学にならなければいけないという声もあるが，実際には，考えることは科学の中で論理的なものであるわけです。

## コンピュータ・サイエンスの社会的影響

**福田**　とにかく昔の社会学とか人文系の学問は科学じゃなかったんですね。それを先生方が科学をもって研究なさろうとしているのでしょうが，非常にむずかしい面があると思うんです。

**武者小路**　そのへんなんですが，一ついえることは，たしかに社会科学の中で科学的な思考をするうえでコンピュータが役立つものには，当然，これを使ってデータを解析しますが，その他のものはコンピュータにのせられるような形にデータを分析しなければならない。つまり，いままでのような大ざっぱな，あいまいなことばを使ったんでは，コンピュータはなんにも教えてくれないから，コンピュータにわかるような形でデータを整理せざるをえません。それによって論理的になり，論理的に思考することになる。したがってコンピュータがあるので人間が逆に論理化するということもいえるのです。

これは，たしかにいままでの社会科学の厳密化には非常に役立つけれど，一つ問題がある。というのは，二進的な論理，つまりイエスかノーかで，イエスだったらこっちへいく，というモデルを組み立てざるをえなくなっています。

もう一つは，現在のコンピュータはインプットのところで時間がかかって面倒なのです。もっと簡単な入出力装置ができれば，マン・マシン・システムでカンを働かせ，適当にインプットを変えることができる。たとえばデータをこうするとどうなるかという予想をたて，それではこうしようということで，マン・マシン・システムの分析が出てくる。そうなるとパスカルではないが，両方がいっしょにできるんではないかという気がするんです。

**相島**　二進法では社会科学とか，人文科学とかの思想の哲学的なところはなかなか解析できない。多元的なところへもっていかないと，なかなか接近できませんね。だから，むしろ肝心なことはコンピュータに近づけるということではなく，コンピュータがそっちへ近づかねばいけないということですね。

**福田**　哲学の方ははなはだ不勉強なんですが，デカルトとか過去の人たちのものを読むと何か非常に論理的な感じがするんです。極端にいえば，論理の進め方がコンピュータに似かよったところがある。それが後になって，たとえばハイデッカーとか，ニーチェとかになると何となく飛躍した感じの哲学がでてきたような感じがします。われわれの気持ちの中ではそれも哲学であると同時に，非科学的なものが形成されているという感じがするんです。

しかし，われわれ素人には，もともと哲学というものは論理的なものでなければいけないという気がする。それから考えますと，コンピュータは，かなり使えるのではないかと思いますが，いかがでしょうか。

**吉田**　それには，哲学の実際を書いていくのにコンピュータがつかえるかどうかという問題が一つあります。これはまだあまり試みた人はいないですが，ある程度はできると思います。ちょうど詩とか音楽をコンピュータでやってもらうと同じように，哲学のことばは限られているしそれを使って構成されるパターンがあるので，それを適当に入れてやれば，大学の初年級くらいの段階で

は，優とはいえないまでも，及第するような論文は書けるでしょう。ただ，それが一般の人にとって新しい哲学として役立つかどうかは別です。

それから，哲学は本来論理的なものではないかという質問ですが，これには私自身，大いに賛成だし，またそう思います。ただ，たとえば哲学のはじめのギリシアを考えてみると，論理的に割り切れないところがかならず出てくるし，そこを強調して書かれているので，そちらへ目をつけると，人間の中には論理化できないところがある。これも時代によって変わるが，それを知っておくのが哲学であるということも考えられます。だから論理化できないものは何であるかということはむずかしいが，現在われわれは論理において完ぺきな域に立っていないので，これを論理化しようということも，社会現象の中や，あるいは心理現象の中に出てくるかも知れません。そしてそれが哲学だという考えも生まれるかも知れない。

ただ，この場合，原理的には，そういう学問があるということはいえても，具体的に何であるかという答はむずかしい。私があえていうならば，ハイデッカーやニーチェのいったことも理解できることは，論理的なものだからだと思います。

**松田**　ちょっとうかがいたいんですが，コンピュータ・サイエンスが盛んなのは，アメリカとソ連のようです。ソ連の思想はわかりませんが，少なくともアメリカに関する限りは，たとえば，デューイのプラグマチズム，それにつづいてフレッチマンのものがありますね。ところで，そのあとは，コンピュータ・サイエンスの発達というものから目に見えないところで進んでいるんではないかという気がするんです。

そうしますと，そういった意味では，哲学がコンピュータの発達というものに，なんらかの形で貢献しているだろうし，同時にコンピュータ・サイエンスの発達を哲学がなんらかの形で変えているんではないか，そんな気がするんですが‥‥。

**吉田**　最初は，多分そうだと思います。プラグマチズムは既成概念にとらわれない哲学ですから。

たとえば，コンピュータは，人間にできるものは全部やらせるということで開拓されると思いますが，ヨーロッパ的な考え方は，機械にそんなことはできないというドグマがある。アメリカでは，そういうことにしばられない。ですからプラグマチズムの場合でもジェームズがいっていますが，心と偏見にとらわれず新しいものに即応できることを強調しています。

そういう意味で，コンピュータの受入れには，哲学が間接的な役割を果しているといえる。もう一つ哲学へのはね返りもたしかにあると思います。その初歩的な例にユークリッドの理論が，哲学的に計算された非決定的オートマトンというものがある。しかしこれは，決して機械の本質をみたしたものではない。

一方，機械の決定的なオートマトンと人間はかならずしも一致しないし，同じ条件でも反応はちがう。だから人間の行動を考えた場合に，機械はだめだということをいう哲学者がいる。

**松田**　たとえば，チョムスキーの言語構造学によって言語がメカニックになった。その論理がなんらかの形で哲学にはね返ってくるのではないんでしょうか。

**吉田**　たしかにそう思います。チョムスキーは，半ば哲学的ですし，自身哲学だと思っており，言語の問題について，ある意味では新しい洞察を与えてくれた。自分がやっていることは哲学なんだとか，デカルトなどの名を出して正統的な哲学をやっているというんです。

**福田**　最近のチョムスキーは，その考え方とコンピュータとの結びつきについて少々悲観的なことをいっていますね。

**松田**　しかし言語理論は，オートマトンの立場では，非常に進歩しました。

**吉田**　最初は，シンプルなオートマトンでもって，その限界に気づいたんです。自然言語はいくらでも拡張できますから，機械的なものにおさまらないところがでてきます。

そこでさっきの話ではないですが，むしろ，われわれの言語は，論理的なものにたよる方向にいくと思うのです。

## 計量化・論理化がポイント

**福田**　話が少し脱線をしましたが，とにかく，そういうことになると，当然，コンピュータに限らず，新しいサイエンスの分野で一つの鍵になる問題は，計量化ない

しは論理化のいかんだと思いますが，そのへんのお話をねがいたいと思います。武者小路先生，現状はいかがでしょうか？

**武者小路**　現状はむずかしい面がありますね。

問題は二つに分けられると思います。その一つはコンピュータ自体に関係ある側面，もう一つはコンピュータ以前の側面です。

そこでコンピュータ以前の側面で申しますと，要するに集めてきたデータというものを，どれだけ精密なものとして扱うかという点。

たとえば，意識調査の場合など質問の出し方によって回答が変化する可能性があるわけです。

そうであれば，コンピュータの直接の問題ではないが意識調査で出てきたデータと，もっと別な形で出てきたデータと，その他のいろいろなデータの間の関係がどうなっているか。その問題を，どれだけデータとして信頼できるかという問題ですね。一方，コンピュータの問題としていちばん問題となっている例もあります。ある分析方法によって得た結果が，他の分析方法によって得た結果とどれだけ一致しているか、またちがっているかを調べてみようという場合、たとえば意識調査によってある国のことを研究するとしますと、片方は国に出されている文章内容を分析して得られたデータ，もう一方はその国の社会システムをシミュレーションして得たデータがある。この2つがどれだけ一致するかということを調べると、かならずしも一致しない面がでてきます。そうなると，どれを信用していいのかわからない。

したがって，いろいろの方法によるものがあるが，それをどのようにまとめていくかという問題があるわけです。

そこで，そのまとめ方のいちばん基本な問題は，どれだけデータ自体に信頼がおけるかということと，モデル化した場合，つまり数量化したものはその数量化の仕方がうまくできているかどうか。そして数量化だけではなくて，モデルがどれだけうまくできているかということになります。

**相島**　シミュレーションのやり方が社会科学の場合にはむずかしいですね。

**福田**　そこですね，コンピュータの今後の発達普及に

吉田　夏彦氏

ついて問題になるのは。いろいろと試みられてはいるがコンピュータそのものはいくら進歩しても，それが活用できるメソッドがなければだめです。

**相島**　計算速度がいくら早くても，たとえば，天気予報にしても，数量化がうまくできなければ気象学そのものも進歩しない。

**福田**　そのへんが私どもの主張している新しいサイエンス（ネオ・サイエンス）ということになるんですが。

**松田**　いまの計量化という問題に関してなんですが，先日，私どものところで行動科学の研究会を開き，文科系と理科系の人たちが集まった。その会議でおもしろかったのは，理科系の人は，量を否定して質を問題にしなければソシアル・サイエンスはできないというのです。コンピュータのロジックはオートマトンの理論であり，量だけではなくて機構として扱われる。

そこにコンピュータが橋渡しをする可能性がでてくるのですが，たくさんの量的なデータを処理して小さい変化を求めるよりもわずかの質的な変化を重視する考え方がある。そういう意味で現在のコンピュータが，一種の質としての機構を取り扱うのに限界があるのではないでしょうか。

**相島**　そういう意味で，福田さんのいう新しい科学はコンピュータの進歩に追いついていけない。

**福田**　ですから，せっかくコンピュータがあるんですから，いろいろの分野で，計量化ないしは論理化しなければいけないと思うのです。そうでないと，ほんとうの科学というものが行なわれないと思うんです。もともと自然科学は数値化，計量化することとがベースですから・・・・。

**武者小路**　計量化の問題では，社会科学のほうで，このごろ行動科学は質の問題にはいっていかなければいけない，ということでがいわれています。これは社会統計の立場とか，サイモンなどの社会科学からみてモデルになるものもありました。要するに二次方程式でもいいんですが，連立方程式のマイナスの変数の関係でどっちが先にあって，どっちがあとになっているか，そういう因果関係があり，先に片方を解かないと片方も解けないという相関関係の変数を使って，その原因・結果を分析したかどうかという問題が出てきた。つまり因果分析というものが問題になり，それもただの相関関係を調べるだけでは満足できない点がでてきた。

これを深く掘り下げて考えますと，最終的には数量以前の問題になってくる。社会科学の場合には，どうしても自然言語で現わされるような問題をとりあげます。で，この自然言語をどういうようにメタ言語にするかにギャップがでてくる。

だから，数の言語とプラス実用言語というものを合わせたようなものを，コンピュータにのせることができれば，非常に分析もうまくいく。そういう意味では，チョムスキーなどによる言語をコンピュータにのせるモデルが開発されてくると社会科学も進むと思います。

## 期待される記号論理学の応用

**福田**　そのへんでいちばん注目したいのは，記号論理学だと思うのです。数量化できないものをコンピュータにのせる方法として，記号論理学が考えられると思いますが。

**松田**　私は，コンピュータの論理は，記号の操作だと思うんです。いってみれば，記号論理学がコンピュータの本質的な理屈だと思うんです。

一方では，数値もコンピュータは扱える。したがってコンピュータのロジックそのものが記号論理学であるということから，量と質を同時に処理するような性質があると思います。

**吉田**　そこが問題だと思うんです。記号化できるということと，量化できるということを区別すると，記号化のほうが広いわけです。

コンピュータは記号化したものについては記号操作する機械であるといえます。本質的には記号操作というほうにコンピュータの論理の本質があるように思うので，そちらにコンピュータが使われると新しい分野が開けると思います。

ただ，記号論理そのものは誤解を招きやすい。たとえば，一つの構造をくらべて，一種のメタ理論を使ってやるのが論理学の理論なんですが，そこまで現実にコンピュータにやらせることができるかどうか。できたとしても，得策かどうかという問題があるんです。

**武者小路**　メタ論理というほど複雑ではないんですがＩＲの手法を使って，たとえば政治家の文章中から非常に激しいことばはなんであったか，あるいはどういう名詞があったかなどを分解して検索して，その数を算えるということが行なわれています。ジェネラル・インファイルは，メタ論理というほどではないですが，要するに複雑なことばの文系をもったものを，Ａというメタ言語というものに全部対応させて，それを抜き出している。初歩的ではあるけれどもメタ論理的なものがあります。

**吉田**　ええ，いま私，はっきり区別しなかったんですが，メタ言語は自然言語なんですね。

ただ，メタ言語の複雑さは，原理的な複雑さではないんです。メタ言語の言語も記号論理で書けるようなことがいわれているんですから，原理的にはデスクでも書けると思います。

**福田**　哲学者と文学者から異論が出るでしょう。ところが，最近，私のところにはいった文献では，一種の比較文学といえるかも知れませんが，アメリカでシェリーとミルトンの思想的な影響を量的に扱った例があるんです。もっとも単純な統計を使っているのですが，要するに似通ったボキャブラリーを集めて計算するんです。

その結果から，これだけ影響を受けているんだということをいっているんですが，これをリテラリー・データ・

プロセシングといっています。だんだん盛んになってきています。ただ，私の考えでは，このようなものも，もう少し質的なものに変化していけないものかと思うんです。

**吉田**　一つは，こう考えたらどうでしょうか。つまり質的なものも，記号をうまく当てはめると記号操作の対象になる。ただ，そうするには，質に完全なものをもたせなければなりません。

たとえば，色というものを感ずる機能はいまのコンピュータにはない。すると，色というものは人間が見るしかないんです。文学でも文学的なものを感応する能力をもっているかどうかの問題と，その能力を他人がもっていて，そのデータが送られてきたら処理する能力があるかどうか，という問題の二つに分けたらいいと思うんです。そこで比較文学の話にもどりますが，人間が変わっていって，そういうような計量化されるものでうまくつくれるようなものになり，人間がそれに干渉しなくなると非常にいい。そこのところがかなり問題ですが，たとえばコンピュータを使って音楽をつくっていくという場合に，パターンがある程度わかっていてつくるので，ある意味では感度が分析しやすい形でつくられている。ですから，社会的な影響からみると，そっちへ人間が結びついていくことは十分に考えられますね。

**武者小路**　感覚の点で，全部を機械にのせることは不可能だということはよく承知しているんですが，たとえば心理言語学で″赤い″ということばはどんな意味をもっているのか，これを分析して強いとか弱いとか，活発であるとか，不活発であるとかという次元で評価し，その″赤い″心というものは，日本人だったらどう，アメリカ人だったらどういうところに明淡をつけたり，それを調べていくことは，ある程度までできそうです。

**福田**　では，最後にサイエンスとコンピュータは将来どうなるかといった展望のようなことを‥‥。

**相島**　希望は多いので，どれをいったらいいかわからないようなんですが，コンピュータそのものはパターン認識がまだ十分できない。それにインプットには，数値化したものを現在のコンピュータが理解できることばに変えてやらねばならない限りにおいては進歩がない。これがなんでも入力できるようになるまで進歩してくれば，いろいろと便利な点が出てくると思います。

**松田**　とにかくコンピュータを一つの道具として，いままでいってきたような形で新しいサイエンス，広い意味での社会科学の問題が早く発展してほしい。それにともなってコンピュータが早く人工頭脳になるようにしたいと思います。

**武者小路**　いい夢と悪い夢とがあるが，悪い夢はコンピュータ的な側面と非合理的な側面の間の対立が大きくなるような形に動いていく可能性と，コンピュータを利用した形で，社会をコントロールする方向に動く可能性とがあると思います。

その前者の可能性というものは社会科学，人文科学の学問の場合だけをみても伝統的ないき方と，コンピュータを使った新しいいき方との間の摩擦が非常に大きい。大きいということは情報がゆき渡らず，非コンピュータのイメージというものがつくられているので，それをなんとか教育を変えることによって，つくり変えていかないといろいろの問題，摩擦が出てきます。コンピュータのハードウエアが進んでも，ソフトウエアとそれを支える科学者の社会から疎外されるようなことになり，十分に使われない状況が出る可能性があると思います。

それを直すためには，教育問題を重要視していく必要があると思います。

**吉田**　私の立場からいいますと，非合理的なものと非論理的なものを解明する努力は，昔から人間がしてきたんですが，コンピュータの影響によってその方向が強く推し進められることを希望します。名人芸では，論理の場が立たないと思うところに，コンピュータが役立つということもあると思います。

もう一つは，その方法でどうしても処理できない問題は対立化してはね返り，人類が迂回する方向にしようとするんではないか。社会現象もそうですが，それだけではなくて学問的な問題で非合理的な非論理的なものは昔からあり，いまでもコンピュータに対抗して発達して，一部で主張されていますが，どちらかは衰えていくと思うんです。

それが非合理的な方法で進められればいいが，もし，そうでないと人類の道が曲っていくと思います。

**福田**　それではどうもありがとうございました。

# “科学・技術に格差はない”

## だがなぜアメリカだけが進んでいるか

**ジョン・ディーボルド**

ジョン・ディーボルド (John Diebold) 氏略歴：　1926年ニュージャージー州ウィーハウケン生れ。

N. Y. King's　Point の商船学校に学び，工学士で卒業。後スワスモーア大学で経済学の学位を取得。

Diebold Group Inc. の責任者。

### ヨーロッパはなぜおくれているか

ここ３年ばかりの間，ヨーロッパとアメリカとのいわゆる〃科学技術のギャップ〃が大西洋沿岸の政治家や実業家の中で，大きな課題となっている。

このヨーロッパとアメリカとのギャップは，はたして科学技術的なものなのだろうか。それとも，むしろ何か全く異種なものなのだろうか。これはヨーロッパの朋友達が信じるほど，重大なことなのだろうか。この小論の結論としていえることは，ギャップというものは経営上の問題であって，科学技術上の問題ではない，ということである。しかも，ヨーロッパがこのギャップを重視することはなるほど重大にはちがいないが，工業国家には，この種の有利さは当然のことなのでもある。いいかえれば，ヨーロッパとアメリカとのギャップは，単に経済自立を口実として扱うべきものではなく，少なくとも，ある程度までアメリカが国際的にその政治経済力を執拗に伸展するための必要要素なのである。

なんといっても，このギャップの大きさおよびその起因となるものが科学技術上の知識を助長し，その成果を得ようとするさいに，経済的，教育的，文化的および政治的障害についても十分調査をしてアプローチされなければならない。

一方，アメリカ自体の中には，一部政府融資で巨大に成長する企業が発明および発明を応用する不屈な力をもっているばかりでなく，この現象がアメリカの大企業によってヨーロッパ中に波及されている。

アメリカは，基礎的な研究開発のコストおよび技術革新のリスクをものともしない巨大会社のメッカであるばかりでなく，進歩的技術の開発と利用を創造して，比較的小さな新企業を設立し，成長させることにおいて長い歴史を持っている。これらの科学技術を基礎とした〃ビジネス〃としては，電子工学，音響学，光学，固体物理学，高エネルギー物理学，装置学，冶金学，製薬業およびプラスチックの各分野に広くみられる。

ヨーロッパには，広い基盤にもとづく企業精神といったような伝統はなく，堅固な社会構造と結合してしまい，それが最新の科学技術による新ビジネスの形成を妨げている。また，新しい科学技術を利用する場合にも投機資本の供給が不足している。ヨーロッパの資本市場では技術革新を行なう小企業に必要な一次融資金の貸付制度が，まだ未開発であり組織化されていない。さらにもうひとつの大きな障害は，進歩的研究から生ずる新企業の製品に対し，確実なマーケットを提出するいわゆる官庁がないということである。これに反して，アメリカでは政府が企業の一番苦しい創業期にマーケット援助をする重要顧客であり，また初陣の顧客であることが多い。

ヨーロッパに波及するアメリカの活動力は，アメリカの直接個人投資額とヨーロッパのアメリカ系会社の販売高から推計することができる。この2つの数字は，過去8年間にヨーロッパの経済成長率に比較して約3倍もふくれあがっている。ヨーロッパのいずれの国においても，このアメリカ系会社の販売高は，全国民経済活動の5％足らずにしか過ぎないが，″練り歯磨からコンピュータ″までの，アメリカ商品がますます浸透していく力は，ヨーロッパ人の警戒心をいやが上にもあおる結果になっている。

対ヨーロッパとの貿易収支が増加するにつれて，アメリカ依存を心配する向きが，ヨーロッパの官界および実業界にどのような反応をあたえているかは容易に理解できる。

さらに，生産特許をもつアメリカ商品が，ヨーロッパの消費市場ならびに工業市場において，ひとつの重要な要素を示していることはいうまでもない。信頼できる最新のデータによると，特許の取りきめでアメリカが対ヨーロッパから受け取る利益は5対1（年間2.51億ドルに対して4.5千万ドルにのぼる）となっている。

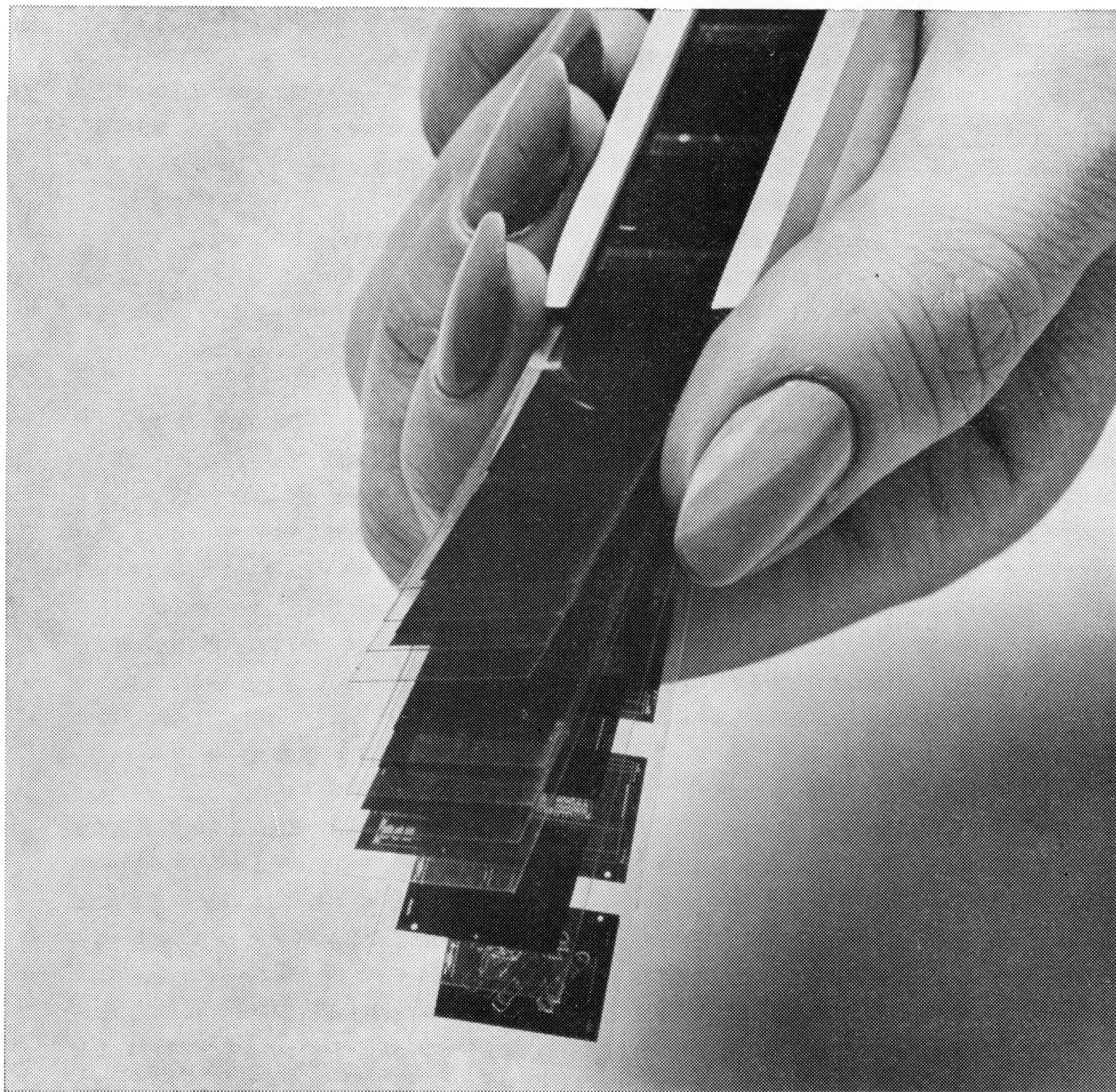
1951年の初頭，ヨーロッパにおけるアメリカの直接個人投資は10.7億ドルに達した。15年後の1965年の末には130.9億ドルとなり，これは8倍の増加であった。ヨーロッパ経済共同体（ＥＥＣ）を発足させたローマ条約調印の年には，90.7億ドル以上という，これまでの最大の増加となってあらわれた。しかしながら，この年の後半では，アメリカの対ＥＥＣ諸国への新投資は対非ＥＥＣ諸国への新投資額に比べて少額であった。したがって，ＥＥＣの形成がヨーロッパ市場の可能性に注意を促し，アメリカ大企業に挑戦をしはしたが，アメリカの巨大企業は，ヨーロッパ精神の中，つまり政治経済上の相違だけでは決して動じないヨーロッパ諸国，すなわちＥＥＣ加盟国にもまた非加盟国の中へもどんどん侵入しているといえよう。

国際性と巨大な資源をもつアメリカのビッグ・ビジネスは，国際的な風土とＥＥＣ諸国の力をかりて，ヨーロッパの企業以上に利益を収めているばかりでなく，ＥＥＣ6ヵ国と非ＥＥＣ加盟国との分裂になんら惑わされることなく，立ち向っている。

この結果，ヨーロッパ人の心の中に，対アメリカとの競合に対する実践的方策は，敵愾心ばかりでなくて，むしろ責任放棄に近い失意の念がみられる。ニュー・プロダクツ社（ＮＰＩ）付属研究所のピータ・ヒルトン氏の見方によると，″ヨーロッパは，アメリカがすでに発見したものを，ただたんに再発見しようとつとめているだけなので，それがヨーロッパ産業の研究開発を後退させている″ということになる。

## 科学技術の先達はむしろヨーロッパ

ギャップの重要な要素は，研究開発における相違にあると一般に信じられている。疑いもなく，アメリカの研究開発費用は，ヨーロッパに比較して遥かに膨大である。年間の研究開発費用は，ヨーロッパの90億ドルに対して，230億ドルぐらいにのぼっている。これを国民1人あたりの所得率に換算すると，アメリカは，英国および西独にくらべて3対1，ベルギーにくらべて8対1，またイタリアに対しては25対1となっている。相対的な国民総生産および購買力について算定すると，これらの比率は縮小される。さらに，アメリカの研究開発費用の大部分は科学技術の商業利用に関連する国防および宇宙研究につぎ込まれている。この重要な問題がどうして間接的なものに片づけられようか。

一方，アメリカ政府は，進歩的科学技術の分野で，各社にマーケットを提供しているばかりではなく，このマーケットに貢献するために，十分養成教育された人々を

社会的に保障している。また，アメリカの社会および国際的競合面で現実の必要を満たすべく，政府がスポンサーとなって研究開発の成果をより有効な方向へむかわせようとしている。

いろいろのべてきたが，一般にヨーロッパにおける研究開発は，一級品といわれている明白な証左がある。ただ問題は，その研究開発のアプリケーションや，（あるアメリカの電算機メーカーの会長の言葉をかりれば）"種種の面で異質な悩みを持ちながらも，技術的に徹底させる" その仕方にある。論議するまでもなく，アメリカとヨーロッパの研究開発費用および品質上の相違と，ギャップを生む大きな要素にはちがいないが，もっと他のいくつかの重要な要素があることは疑いがない。

その上，もっと基本的な別の要素がある。そのひとつはリスクをかけることに対する一般的なヨーロッパ人の態度である。競争心とか広く技術革新するためのきわめて自然なニーズが，ヨーロッパでは非難の対象になる。なるほど，ヨーロッパ政府の役割は，技術革新に対して保護政策をとることが多く，個人企業は将来の開発がこれまでの伝統的な方法に波及しないよう望み，他人に新しい土地を耕させようとは，むしろ好まないのである。

このヨーロッパの態度は，マネジメントにとって，最もむずかしい問題である。というのは，市場の必要に応じた技術革新的努力を行なうこと，市場の評価および開発，生産計画，政府に関連する業務，および経営者自身の（養成，昇進，奨励）管理にふれることになるからである。次の事例はわれわれの心に思い当たるところであろう。

⑴　フランスのブルマシン社は，主にコンピュータ分野における競合軽視と市場力に誤謬をおかしたがために，その華やかな社運を失い，さらにゼネラル・エレクトリック社（ＧＥ）からの資金と，ノウハウの大きな援助にもかかわらず，いぜん経営に難渋をきたしている。おそらくは，この面で健全なマネジメントをおこなっていたならば，ブル社はコンピュータ・メーカーとして，重要な，しかも独立した地位を保持したことであろう。

⑵　英国のコンピュータ・メーカー，ＩＣＴ社は数社合併によって，やっと最近になり強力なマネジメントを持つようになった。当社が最初に手をつけた管理領域は，生産計画とマーケティングであった。

⑶　ヨーロッパのある大会社の電子工学部門は，マーケットと結びつく生産計画を全く無視して操業に入ったために，数年にわたり資金を喪失しつづける結果となった。その後，生産計画に対するトップ・マネジメントの地位確立が勧告されてから，当社のマネジメントがその必要を採択するまでに１年の歳月を要し，またそのポストが実際に充足されるまでには，さらにもう１年を要したのである。

さらに，マーケティングについての興味ある事例が，磁気テープにより制御されるマシン・ツールの分野にもみられる。ヨーロッパおよび特に英国の会社は，いくつかの一流の制御装置を開発した。しかし，現実市場のニーズを軽んじて，非常に高度な精密さと，それゆえに，ぜいたくな経費管理に専念したのである。逆に，大抵のアメリカの会社では，アメリカ市場に制御装置を開発する場合には，かなり大幅の誤差でも許容可能とした。このため，低いコスト管理体系を生み出し，金のかからない科学技術を活用することができたのである。結果として，この会社は，アメリカでは大きなシェアを持ったばかりでなく，ヨーロッパの各メーカーをさしおいてヨーロッパ市場の大部分を独占している。これはヨーロッパ人が最高度の科学技術を保持しているが，その技術的能力があるにもかかわらず（おそらくある程度までその能力のために），現実のニーズに応えていないことを示す最も印象深いケースのひとつである。ここでいうギャップとは，明らかに技術的なものではないのである。

最もいちじるしいしくじりをやらない限り，管理者をくびにすることはなく，また技術革新を行なわなくても非難をうけることはないために，リスクをかけることを嫌う伝統がある。このような雰囲気の中では，事業の利益計画ならびに市場調査はほとんど存在しない。この雰囲気に働きかけるもうひとつの要素は，主任科学者やマネジャーが，勤務している会社の中で正当な権利をもっていないことである。ヨーロッパが必要としているものは，リスクをかけることや技術革新的冒険に資金を提供する資本市場ばかりでなく，事業を成功に導く人々を，この種の投資に参加させることである。

ヨーロッパが，創造的な才能を有益な技術革新にかえる企業精神，経営技術および経営資本の利用と同じく，科学技術的発明あるいは研究開発の分野でも決して無力ではないことを強調するだけの事例がある。たとえば，最初は可動式デルタ翼やホーバークラフトをも含め，航空機産業では，多くの科学技術が，ヨーロッパで開発されたものが，アメリカで立派に応用されている。

レーザ技術や低温学についても同じことがいえる。いまアメリカが世界的に圧倒している，事務複写機産業の基礎となっている多くの発明は，もとはといえばフランス，英国およびオランダのものである。

## 特許の問題もガン

一方，多くの国々で認可されている特許について調べてみると，それもヨーロッパとアメリカとの間のギャップの招来と原因になっていることがわかる。つまりヨーロッパには，発明を実際に企画し，応用することがないばかりでなく，発明のプロセス自体に大きなギャップがあることを示しているのである。

その例として，ベルギー，フランス，西独，英国およびスウェーデンがあげられるが，これらの諸国は，日本やアメリカと比較して根本的な対照をなしている。

1951年から1965年にかけて，これらのヨーロッパ諸国の特許申請件数は下降の線をたどった。英国を除けば，この下降した件数は年間42,616件から28,085件，すなわち3分の1以上の減少であった。日本およびアメリカの両国では，特許件数は4,350件から17,797件，および39,606件から50,332件と，それぞれこの期間内に大幅に増加したのである。西独を除く，ヨーロッパ諸国では1965年に外国へ申請した特権件数は，国内申請の件数を大幅に超過した。しかし，アメリカにおける対外申請の特許件数は，国内申請の4分の1にすぎず，同様に日本における対外特許は，国内特許の2分の1であった。1951年から1965年にかけて，アメリカの特許はスウェーデンを除くヨーロッパ諸国に申請した特許総数のうち，もっとも高成長率をおさめた。ところが，西独を除くヨーロッパ諸国に申請したアメリカの特許数には，大幅な増加はみられなかった。

しかし，日本に申請したアメリカの特許数は，1951年からはじまって，1965年までの外国へ申請したうちの10%どまりで，ほとんどこれという飛躍はみられなかった。この増加のいくつかは，日本の戦後の復興に依存するものといえよう。しかし，この増加のほとんどすべては，1960年後のものであるので，別の理由を考えてみなければならない。日本は研究開発および応用技術，なかんずく科学技術を達成して，経営およびマーケティング上の技術革新において投資を刺激する国際的競合精神をもっている。日本人は，ピーター・ドラッカーが，″創造的模倣″といみじく呼ぶものを学びとった。日本の特許の多くは，品質，生産性および市場の経費効率を高めて，すでに1ないし2ステップ前方へ向って製品および製造工程を開発している。しかも，アメリカの経営方式の採用（″創造的模倣″の別の事例）が，この応用とマーケットの生長を背景にした日本の原動力になっているように思われる。

上述したような特許事情の大きな理由は，各国の特許制度自体の複雑さにあると考えられる。これらが，外国に特許を申請する手続きを困難にし，また経費のかかるものにしているのである。もちろん，このような費用は，比較的大きな資産と研究開発の成果を，国際的に適用する野心をもつアメリカの産業に，きわめて容易に分担され，かつ，当然のものとしての取扱いをうけている。

その上，ヨーロッパ諸国の特許法には，ある基本的な欠陥があるように思える。アメリカと比較してヨーロッパでは，この特許保持者に対する保護が，あまり徹底しているとはいえない。このことは，発明的努力を阻止するばかりでなく，発明者やその雇用主に情報が外に散布することを，極度に恐れさせる秘密主義をもたらしている。

ヨーロッパとアメリカとのギャップに関連して，広く論じられる現象のひとつに頭脳流出がある。1962年から1966年にかけての6年間に6万人以上の職業技術者がヨーロッパからアメリカに入国した。その年間平均は，11,000人から13,000人にわたっており，ほとんど変動はない。ある職業についていえば，ヨーローパの大学から毎年卒業する10%ないし20%までが移民であり，彼らの大

半は，その分野での有資格者である。

このようなことの原因を見いだすことは，さほどの難事ではない。ヨーロッパにおけるチャンスと給料について敷衍すると，アメリカの職業人と比較してはるかに低調である。ヨーロッパはアメリカに比べ，科学者や技術者がトップ・マネジメントおよび日常業務のデシジョン・メーカーに近づくことは，経営者の地位につく終局のチャンスと同じぐらいむずかしい。技術革新的過程の結果として，財政的な経営参加は，いまのところ，まだ実質的に存在していない。このため，ヨーロッパの科学者や技術者の大多数は，より良い給料，より高い地位および創造力と責任ある意思決定についてチャンスをもっているアメリカに魅力を感じている。この先進国としての有利な点は，いわゆるアメリカの研究開発が〝使命向き(Mission-oriented)〟アプローチであるということである。科学者のすべては，利益づくり，もしくは他の有形目的に結びつけられることを好むどころか，多くの人は，このアプローチの中で財政的報酬と同様に創造力の体現を見出すのである。アメリカの企業は，最も進歩的分野，特にコンピュータと通信システム，宇宙工学，さらに冶金学の分野において，有形目的に創造的努力を結びつけることでは有名である。

多能なヨーロッパのアメリカ移民がひきつけられるものは，ヨーロッパで典型的な求人広告のうち，つぎのような引用文から十分要約することができる。いわく，〝雇用主はあなた，あなたの家族および身の回り品に，十分な給料を支払い，また必ずやあなたには，上級の研究ポジションを提供し，これまでにないスタッフの補助と便宜供与が得られる。強力なアメリカ経済は，すべて経験に応じて，技術者にすばらしい将来を約束する。長期にわたる大プロジェクトが，新しいチャンスを創り出している。

研究開発および製造面での専門的役割は，アメリカでは高く評価される。雇用主は，これまで以上に，その可能性をもった人を喜んで採用し，いち早く多くの権限を委譲する〟。

この中には，なんら目新しいものはない。同じようなことを，約150年前の1831年にアレキス・ド・トクビルが次のように記している。

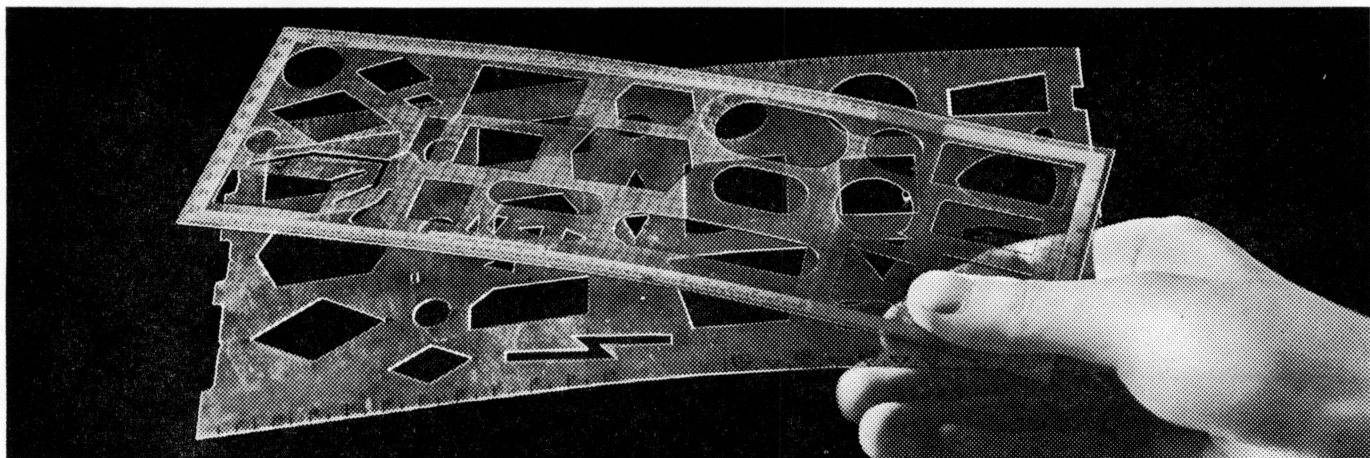
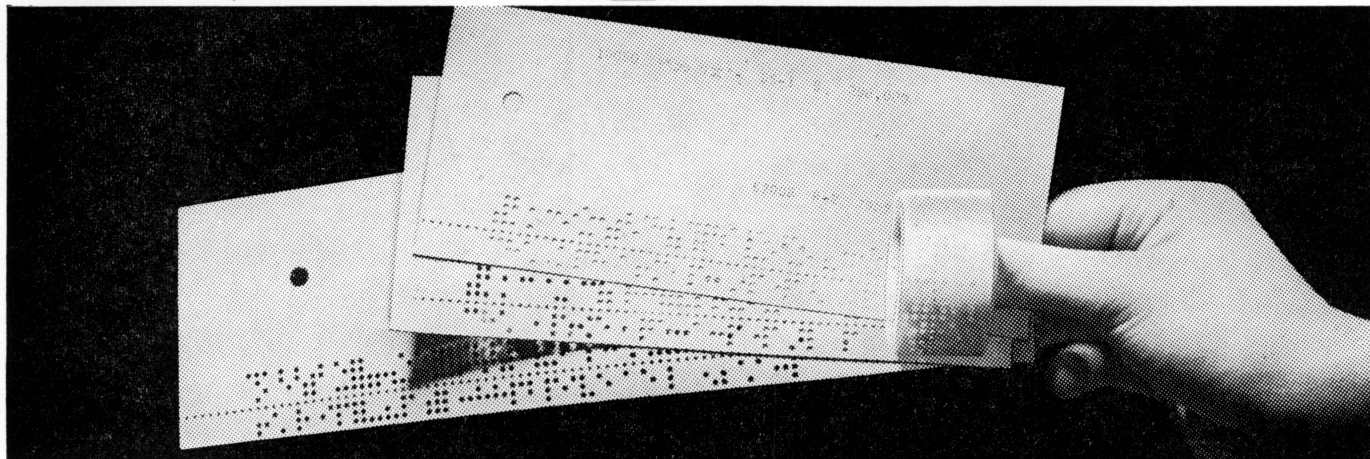
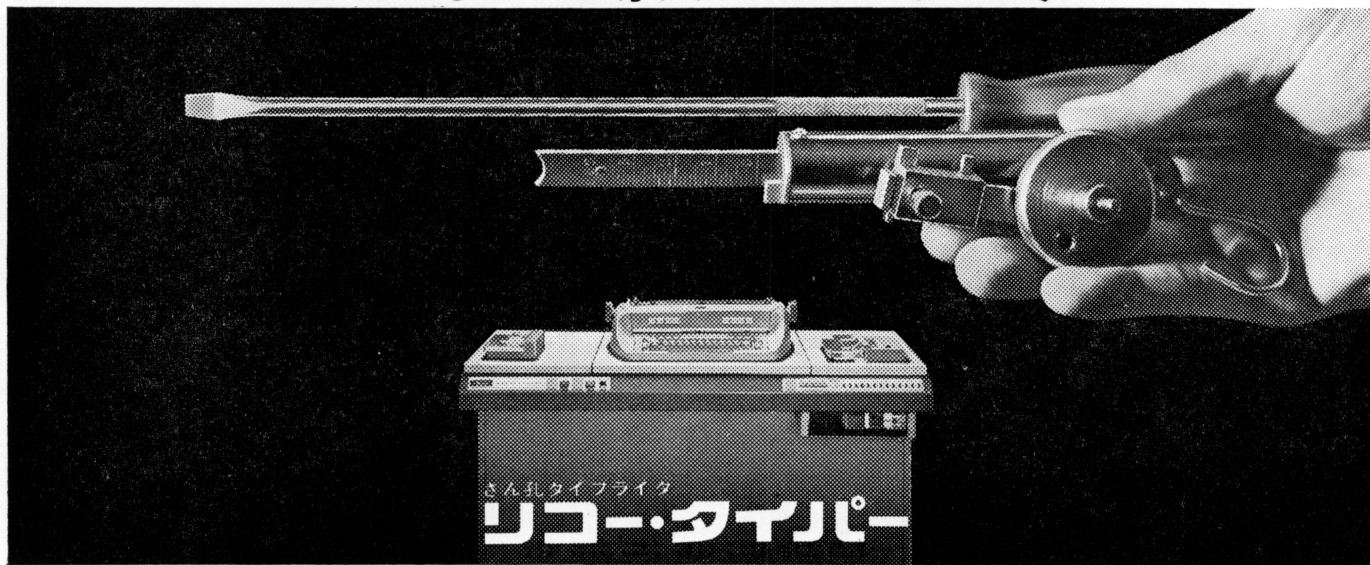
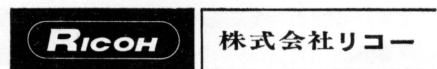
〝家を建てるため，船を走らせるため，ものをつくるため，あるいは麦をつくるために，アメリカ人は，常にヨーロッパで必要とするマンパワーの半分ですませる方法をみつけた。このため，給料は2倍も高くなり，これが常に移民の大集団をつぎつぎと引き寄せているのである〟と。

## 頭脳流出もギャップの原因

さて，これまで述べてきたように，進歩的な科学技術面におけるヨーロッパの業績については，等閑視できないある点を強調しなければなるまい。これらは，科学的進歩および人類の向上にとっては，基本的に重要なものであり，また場合により精彩を欠くことがあっても，偉大にして経済的恩恵を享受しているのである。

英国で応用開発した，ピルキントン式ガラス製法は，アメリカおよび世界のすみずみに板ガラス製法の革命をひきおこした。また，新しい製鋼法は，ヨーロッパで最初に応用化されたが，アメリカの鉄鋼業は，これまでの旧式製法に巨額の投資をつぎ込み，かつ市場に代用品を送り込んで新しい製鋼法のいくつかを応用化したのである。フィリップス式カラーテレビ用カメラの開発および生産は，進歩的な電子工学の分野ではヨーロッパの大きな業績である。ヨーロッパの自動車および薬剤製造の優秀性，また，イタリアの製薬装置の精巧さは，世界的によく知られている。

広範囲にわたり，幾つかのコンピータおよび通信システムの最も進歩した新しい導入（つまり，人間が努力するあらゆる面で，こんご中心テーマになるソフトウエア領域）がヨーロッパにみられる。たとえ，この機械装置の多くが，アメリカで端を発するものとはいえ，この進歩的応用はヨーロッパの業績である。こうしたヨーロッパの進歩の結果，アメリカ商品の世界輸出シェアは，過去10年間にわたり下降線をたどっている。しかもヨーロッパ諸国では，これまで以上のシェアを維持しつづけているのである。

頭脳流出に関して，どのようなマンパワーの不足をきたしているかについてのヨーロッパ諸国の調査では，現実にヨーロッパが失っているものは，頭脳流出の影響と

その重大性についての判断をただすことにあるとしている。これにより，アメリカに滞留して帰国するヨーロッパの科学者および技術者については，この頭脳流出の総数から差し引くということで問題はない。また，官費による教育計画にもとづいて訪米する人達は，法的に滞留が許される1％を除いて，この中には含まれていない。しかし，貴重な経験を積んで，それぞれ帰国する人々はどうだろうか。

たとえば，今年アメリカで養成訓練をうけるために，ヨーロッパの系列会社から6人のこのような人々が当社に来ている。この人達は1ないし2年の内に帰国する予定になっている。やはり，このような人達も一種の頭脳流出といえるだろうか。

しかし，ヨーロッパにおいてさえ，アメリカと似たように開発途上の国から，現実にマンパワーの実質的な流入が行なわれている。これらの人達は，さらに経験を積むためにヨーロッパに来ているが，母国に帰らずにいる場合が多いのである。だが，果たして，この人達こそヨーロッパ問題の一要素として考えられているだろうか。しかも，頭脳流出の問題は，財政的な報酬と職業的チャンスを高揚することによって，実際に，どの程度までヨーロッパ社会に迎合されているだろうか。

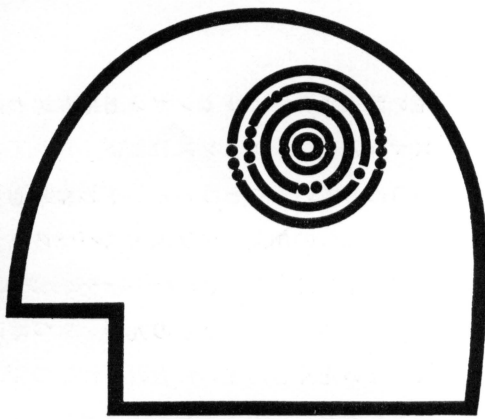
つまり，〝ギャップ〟に関する限り，科学技術的にも地理的にもアメリカの産業開発と比較して冷静に考えてみる感覚が必要なのである。ある産業の危険な経営状態，最新技術を投入する際の消極さ，また新しい製法や開発に伴なうリスク資本に対する財界筋の抵抗といった記事の見あたらない日は，ほとんどない。また，当社でも経営上の慎重深さ，あるいはスタッフ不足のために新製品の開発ならびに市場サービスを，動脈硬化させている大会社の難題を取扱わない日は，ほとんどないのである。

アメリカでは，ヨーロッパとアメリカとの関係以上に大きなギャップと頭脳流出がおきている。東部および西部沿岸を中心とする発展的地域もあれば，アパラチア地方をはじめとする未開の地域もある。アメリカ中西部からカリフォルニア，マサチューセッツおよびニューヨークへの頭脳流出は，アメリカへの頭脳流出という全世界的喪失以上に深刻な問題となっている。また，イリノイ，インディアナおよびミシガン出身の政治指導者やビジネスマンと英国，フランスおよびイタリアのこれらの人々が口にしていることはいちじるしく共通している。つまり，これらの州民および国民はバークレー（カリフォルニア大学），ＭＩＴ（マサチューセッツ工科大学）および中部大西洋沿岸あたりの光彩をもつ地方にひき寄せられ，ぜいたくざんまいに教育されるのである。

もちろん，このようなアメリカにおけるこのアンバランスは，アメリカの競合的経済組織力と政府諸政策の導入によって，やがては解消されるだろう。しかし，問題はいろいろある。1965年に，議会も通過した政府技術援助法は，地方ビジネスに情報および最新技術を適用する力を提供して，国家の経済活動を刺激しようとするものである。この法令の成立は，生産性委員会の設立，小企業および地域開発計画の援助を含む，他の法令と同様に，これまでにまだ，提起されないアメリカ経済の大さな分野があることを示すものといえる。

ＩＢＭ社は，ヨーロッパのコンピュータ市場の60ないし65％を占拠していること，ヨーロッパの長距離旅客機のほとんどすべてがアメリカで製造されていること，フランスと英国で共同開発中のコンコルド超音速旅客機は，アメリカで製造予定の超音速輸送機の出現によって，製作実現後はやくも3年以内に時代遅れになること，またアメリカの経済的および技術的巨像に向って1950年代から1960年代にかけての頭脳流出が，1930年代から1940年代にかけてヨーロッパの政治的狂乱からのがれてきた科学者，哲学者および詩人の出国事情と同様に深刻にして重大な問題となっている。

それでもなお，多くの産業では，アメリカの科学技術的優秀性は，容易に達成することはできないが，かといって，アメリカがいつまでも世界に君臨するとは限らないのである。アメリカがリードしている領域は，重要ではあるが，経済力および政治力の唯一の決定要素とはいえない。ある場合には，この領域は基本となる経済的，教育的および政治的力の弱いところである。この領域の有利さは，必ずしも将来とも不変のものではなく，またはこのまま長く永続するものですらないのである。

〝ドル格差〟により西欧の主要銀行では，この数年間に莫大なドルと金保有を行なったし，また，ヒロシマは

世界屈強の工業国のうちで，最大の都市の一つとなったのである。

## 科学・技術に差はない

しかし，進歩的な科学技術のある領域では，ヨーロッパとアメリカとの間に一種のギャップがあることはほとんど疑いもない。けれども，″科学技術的″格差という呼び方は誤りである。それは現実には，旧弊な教育制度，非社会活動，および政治的障害によるのと同様に，多くは，ヨーロッパの経営的および財政的な欠陥から生じた格差なのである。

当然，行なわれるかも知れないが，おそらく実施すべきでない，いくつかの事項がある。アメリカは，マーシャル・プラン方式で，ヨーロッパに対し研究開発の成果を，科学技術的知識および経営技術の応用面に，導入したのである。たとえば，アメリカは大きな工業コンビナートの組織をヨーロッパの土壌に移入した。このコンビナートにより，ヨーロッパ人を採用養成して成長させることができたのである。このような援助を行なうについての条件として，共同市場に参加している英国および欧州自由貿易協定（ＥＦＴＡ）の成立，西欧における法人，税，特許および社会事業法の合理化もしくは統合，かつ旧欧州支払同盟に似た，もっと強力な団体によってヨーロッパ統一通貨の確立があげられる。

さらに，アメリカは，国家的利害に重要人物として母国から折紙がつけられている移民を閉め出すためにアメリカ移民法を改訂したのである。これにより，母国に対する貢献が望まれている人に対しては，市民権の取得適用は行なわれず，また，これらの外国住民をアメリカ本国から追放できるのである。

これらは，現実に実施された事項であって，アメリカの過去の歴史をみれば，このような行為に歴史的原理があるのは当然のことである。もはや，戦禍をうけ復興の途にあって，アメリカの保護を享受しようとした，1947年ごろのヨーロッパではないのである。いまやヨーロッパは10年以上にわたり，マーケットと政治的勢力圏でアメリカと立派に競合するライバルとなったのである。しかも，アメリカに援助を要請することは，アメリカ指導権の時代から，くすぶっている憤りの熱をさらに高めるにすぎない。

もちろん，ヨーロッパは，その競争心を保持するためには，進歩的製品，アメリカの科学技術上のテクニック，および優秀な生産とマーケティングに対するアメリカの経営方式をどしどし導入し，学びとらなければならないであろう。

それでは，一体ヨーロッパはどうすればよいのか。今日，われわれが知るところのものを基礎にして，次のいくつかのステップが考えられよう。

(1) 国家間ならびに国際的基盤において，科学技術的優先および経営目標を確立することである。特に，これはヨーロッパ産業および世界的市場の拡大のための情報，通信およびハードウエア，さらにシステム技術の応用を意味する。こんご５年間に，英国，フランスおよび西独で計画される民間コンピュータ・メーカーの政府融資が５億ドル以上相当になることが必要である。これらは，主に国内市場を狙った国家投資である。しかも，会社合併や共同もしくは競合的活動を是とせず，また最新技術に対してヨーロッパ産業のニーズを充足しないシステムにたゆまない開発を増強する傾向がある。同様にこの種の国家融資はコンピュータ・メーカーにとって，ヨーロッパ外部との競合面ではほとんど支えとはならないくらいに少ないのである。

(2) 事業合併およびマーケティングのための目標を定式化する，法人，税，特許および社会事業法を制定して，ヨーロッパ政治協定を締結することである。1964年の数字によると，アメリカでは年間10億ドル以上の販売高をもつ会社が55社もあり，この点をみても，ヨーロッパに対し３対１の割合で優勢を誇っている。しかしながら，年間2.5億ドル以上の販売高をもつ会社では，アメリカは２対１，すなわちヨーロッパの119社に対してアメリカの248社という，いくらか近いリードを保持しているにすぎない。

ヨーロッパの法律組織の統合が現実になるに伴ない，大規模な研究開発およびマーケティングに出資ができる会社がヨーロッパにおいて，実質的に増加することになろう。

しかし，個々のビジネスにとって，規模の問題より以

上に重要なことは，競合的なマーケティングの戦術を定式化すること，さらに科学技術的に進歩的なヨーロッパ産業に特有な機械を開発することであろう。これには，国際的規模と国際的な企業経営的風土を必要とする。

(3) ヨーロッパの教育制度について改訂を促進し発展することである。これはきわめて基本的なことである。

ジェームズ・A・パーキンス博士（コーネル大学学長兼対外援助計画の大統領顧問団長）は，フォーリン・アフェアーズ誌の66年7月号でこう書いている。いわく，〝学校ならびに大学の民主化および近代化に導くものとして，革命以上に重要な社会改革はありえない。しかも，この改革が終わるまで，ヨーロッパの教育制度はヨーロッパ・マンパワーの開発を止め，またヨーロッパの生命を縮める隘路となる〟。また，〝科学技術の格差〟をテーマにした，昨年5月のドウビル会議における決議事項の中に，科学技術的ならびに経営上の教育養成所を充実するために，ヨーロッパ科学技術研究所を設立することであった。これにより，高度な資格をもつ科学者ばかりでなく，重要な機能を果たす，さらに多くの2〜3級の技術者や経営者を輩出させることにあろう。

たとえば，1970年までに，ヨーロッパはさらに50,000人のコンピュータ・プログラマーと25,000人のシステム・アナリストを必要とするが，これは1966年に比較して140%および270%の増加である。したがって高度な教育施設を近代的に充実することが必須の問題となっている。これらに対処する道がある。まず，会社がスポンサーとなって大学講座，研究施設および学生奨学金を制度化することである。このような制度を基盤として，学生と社会および大学と社会との共存関係の可能性について検討されなければならない。

(4) ヨーロッパ諸国の連絡網ならびに技術的組織を駆使しマネジメント養成計画を確立し，また市場の商品流通を行なう研究開発を応用化することを目標にして，アメリカの技術者の採用を計画する政府ならびに民間企業の体制を確立することである。

アメリカは，ヨーロッパの競合相手として，また大西洋共同体の一員として，このようなヨーロッパの努力に的確な援助の手をさしのべるべきであろう。具体的に，アメリカは次のような協力体制をとるだろう。

(1) ヨーロッパで研究開発を推進しているアメリカの企業に対して，税および奨励金をあたえること。しかも，ヨーロッパの研究施設を充実することにより，技術者のアメリカ移民にブレーキをかけ，また逆にヨーロッパに技術者を流入させることになろう。昨今，ダビッド・ロックフェラーは次のように言明している。
〝われわれが，ヨーロッパの科学技術の開発にもっとも大きく貢献できることは，ヨーロッパにおける，われわれ自身の探索的研究についてもっと多く力を尽くすことである〟。

(2) 科学技術，なかんずく経営者の養成において，ヨーロッパの教育に寄与することである。アメリカの企業および財団による財政上の援助は，特に経営者の養成の分野において，ヨーロッパとアメリカとの間で大学教授の交換を促進することが特に必要である。ヨーロッパの経営者教育にアメリカのビジネスマンが直接参加することは，相互に得るところのある経験となろう。

(3) 1949年の輸出統制法およびその行政措置を再検討することである。この法令は，実質的にはもとのままの形で繰りかえし議会により拡大されてきている。この実体ならびにこの行政措置はアメリカのコンピュータから印刷機械にいたる，あらゆる分野にわたっている。

東西貿易についてのアメリカおよびヨーロッパの政策は，過去10年間にわたり，方向が分岐しているため，この輸出統制法は，ヨーロッパ人に対する苦悩とアメリカの各会社に対して，輸出チャンスの損失をひきおこしている。

もっとも共産圏貿易に神経質なアメリカの貿易政策は，政府ならびに民間企業について，基本的な再評価の時期にきているので，この輸出統制法上の背反的な，ときに自己敗北的な個所を取り除くためにも，絶好のチャンス到来といえる。この法令の名の下に，たびたび行なわれてきた，独断的な決定は，多くの必要な進歩的科学技術の供給者としてのアメリカに依存することに対し，ヨーロッパの反抗心を強める結果となっている。明らかに，このことはアメリカがヨーロッパの資源利用に技術開発を導入して，さらに効率的に生産供給を行なうものである。

(4) アメリカの資本投機に対して，ヨーロッパの財政

的参加を増進するように努めることである。もちろん，これには表裏するものがある。すなわち，ヨーロッパの銀行，ビジネスおよび個人は，すすんで資金を貯えなければならない。さらに，財政協力の構想を推進するためには，もっと多くのことが実行されなければならない。このことは，投資家を優遇するものであり，国際的環境を改善し，また，大西洋を乗り越えて政治協力を倍増するものである。

この提案は，決して当をえているとはいえない。つまり，協力の新しい構想ならびに体制が必然的に生れて来るであろう。また，もともと政治的な提案は，必ずや排斥されるものである。たとえば，ＥＥＣはここに述べた目的を達成するために，政治的に広い科学技術的協力を達成させているだろうか。これは，ヨーロッパが判断すべきことである。法的組織をととのえて，ヨーロッパ結合の体制強化をはかることは，今後のヨーロッパの懸案として残っている問題である。またどのような方法，調整が行なわれるかは関係国自体に残された問題である。

いかにしても，アメリカの積極的援助を受けて，ヨーロッパが主導権をとって進むことが，力説強調されなければならない。しかも，アメリカの援助について最初に考えられることは，世界情勢においてバランスのとれた競合国であり，また精悍な相手国としてのヨーロッパに利権をあたえることであろう。

この論文からいえる基本的な結論は，いわゆる科学技術の格差は，ヨーロッパの孤立性のためでもなければ，またヨーロッパの後退性のためでもないと私は信じている。それはヨーロッパが自ら科学技術について，孤立的開発によって克服しなければならないという技術的欠陥の表明でもない。むしろ，それはヨーロッパとアメリカとの経営的なまた財政的能力において，政治的な相違によるものである。また，それは国際経済情勢の中で，当然，他と比べて優れている点でもある。

それは決して″科学技術的″なギャップではないのである。しかも，もし，大西洋共同体の諸国が相互理解をし，この結論にしたがって行動するならば，アメリカとヨーロッパに現存する格差を拡大する必要もなければ，またこれを重大事件として取り扱う必要もないのである。

# 第1回 日本コンピュータ・アート コンテスト誌上発表

## 《グラフィック部門》

### コンピュータ・アートとは何か

現代は芸術の大規模な社会化の時代であるといえる。伝統的芸術が特権的な少人数の所有であったのに対して現代の芸術は万人によって愛されようと望む。そしてマス・コミュニケーションの技術は，芸術のこのような要求を満たす有効な手段を提供し，ここに新しい芸術が登場する。この新しい芸術は，現代という人間疎外の巨大で非情な社会を人間的感情をもったコミュニティーとして有機的に再組織する強力な武器となるのでなければならない。現代が求める新しい芸術とはこのようなものとしてはじめて存在理由をもつ。そしてこの新しい芸術は社会組織の力を真に発揮するために，何よりも，その表現媒体のソフト化（たとえば光は絵具のようなものとしての重たい〈ハードな〉性質がないところから比喩的にソフト・メディアといってみる）電子化を必要とするであろう。電子を媒体とするソフトな新芸術への要請こそコンピュータ・アートを生んだ根本動機といえる。

コンピュータ・アートは自然な人間の芸術とちがって芸術表現の論理を顕在的に定式化し，これを機械化したものである。芸術は情報を伝達し，変換するコミュニケーションの過程に他ならないが，コンピュータはこのようなコミュニケーションのシステムをもつものとして，芸術の自由な人工的再構成を可能にする。こうしてコンピュータ・アートには情報処理機械であるコンピュータが使われるのである。

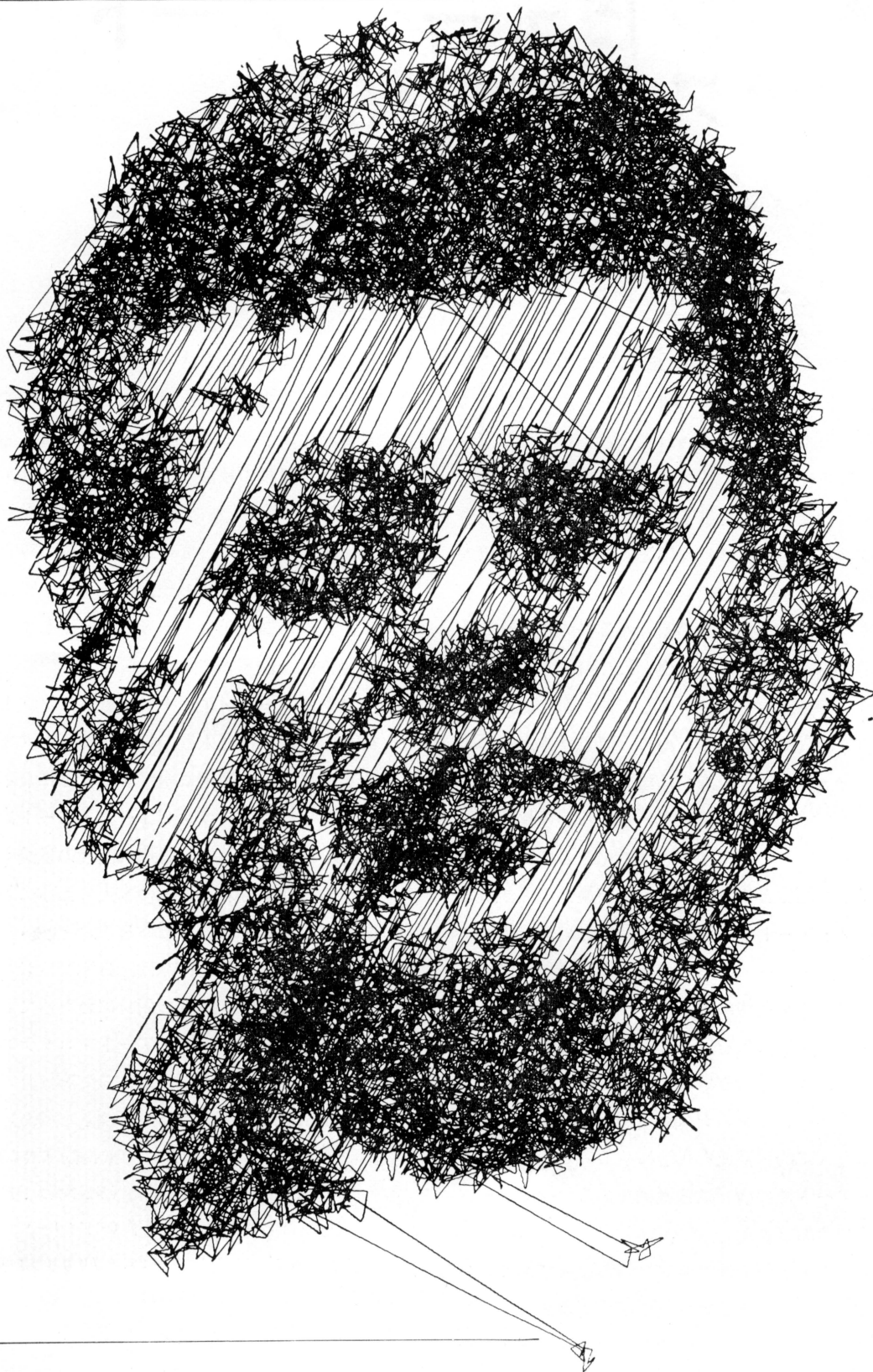
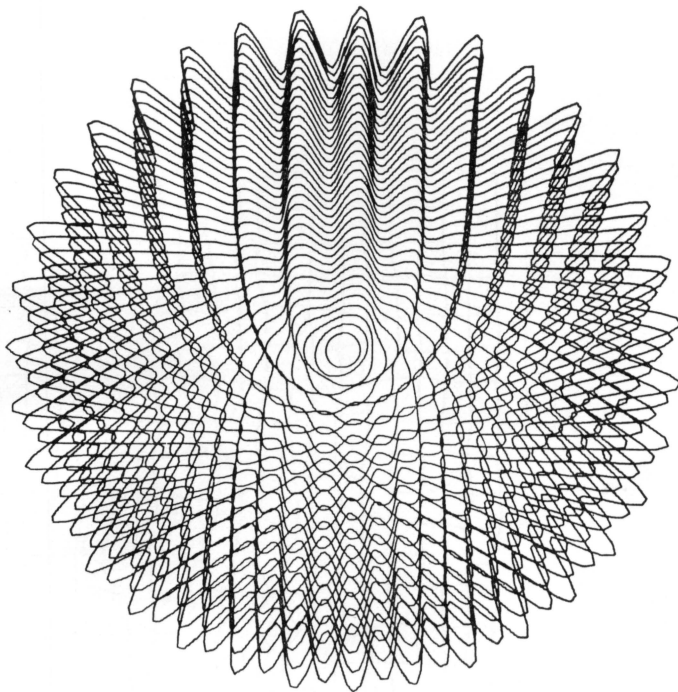
コンピュータ・アートはプログラムによって働く。プログラムはコンピュータという芸術家の表現論理をコンピュータ言語で記述したもので，コンピュータ・アートのプログラムは大別して，表現論理を1)数式のセットで記述するものと，2)乱数表で記述するものとに分れ，後者の乱数表はさらにa）ア・プリオリに自由な乱数を生成させるものとb）学習によって経験的に束縛された乱数を生成させるものとに分けられる。（CTGの作品および「風雅の技法」は1および，2a，川野の作品は2b）。このようなプログラムによって，コンピュータは伝統的芸術がもっていた日常世界の枠を破って自由な新しい可能的世界の想像的イメージを作りだすとともに，人間の芸術創造をシミュレートして，新たに人工的芸術作品を作るのである。

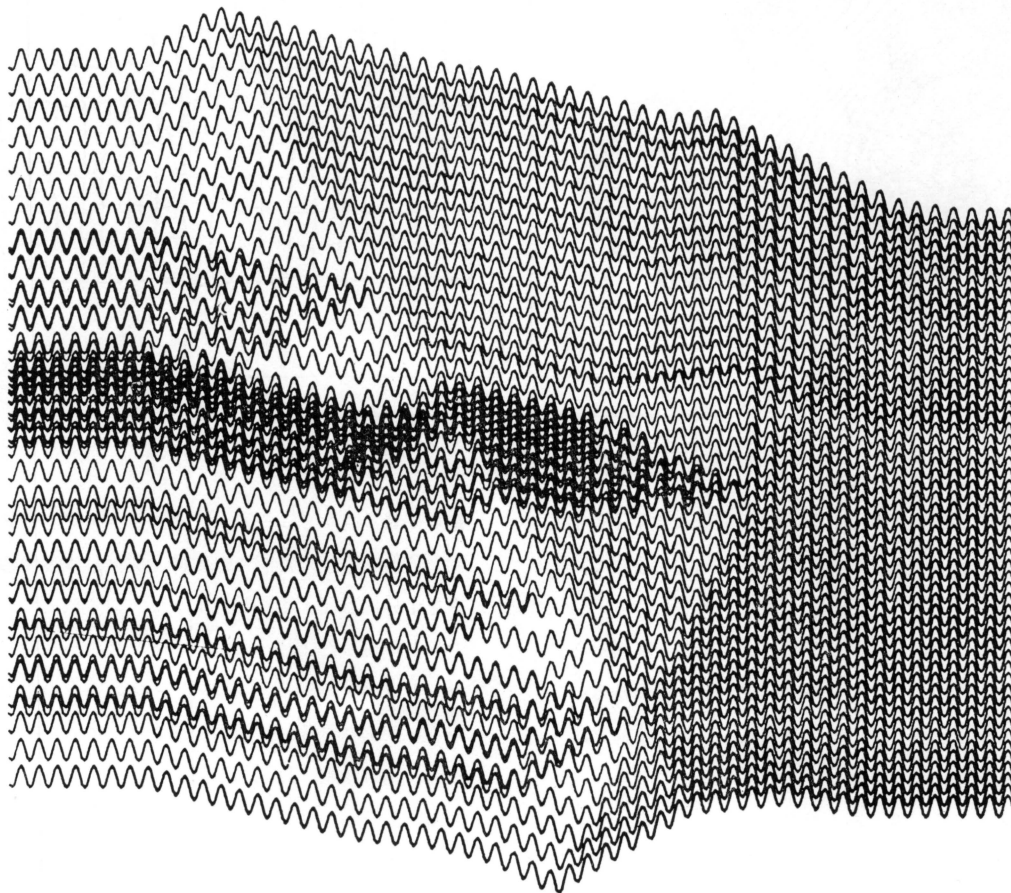
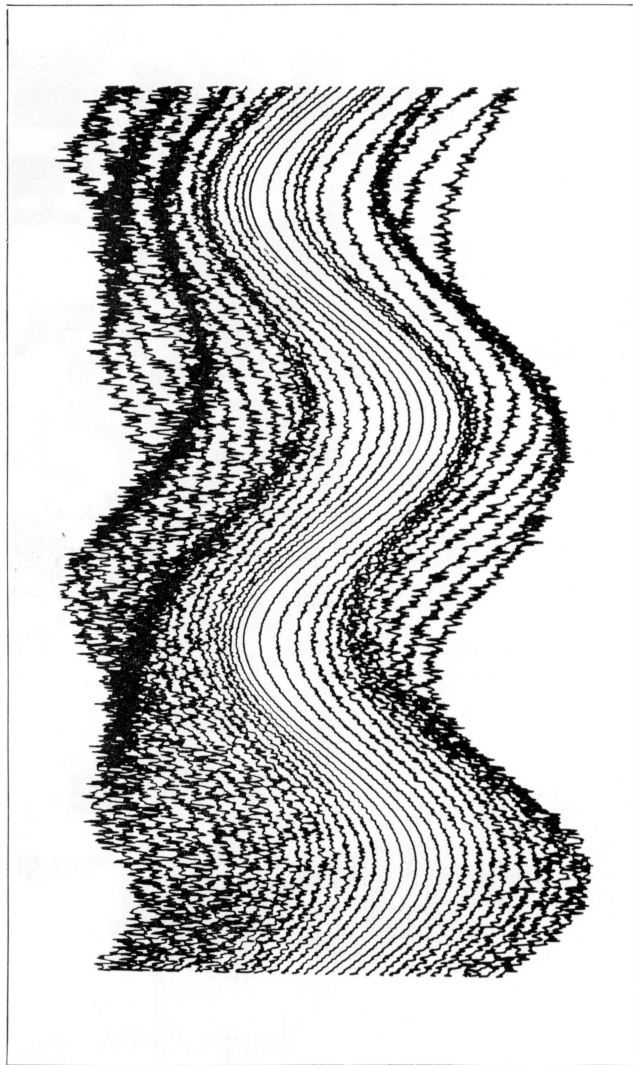
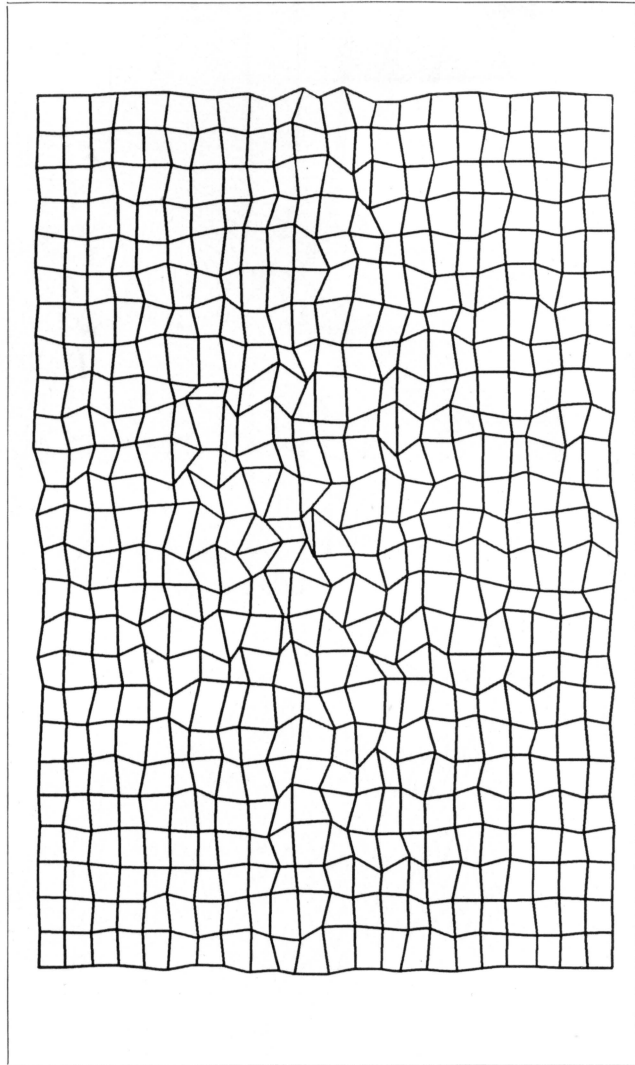
コンピュータ・アートの発展は，ソフトな電子媒体を駆使して，自由な人間の社会環境を作りだし，人間社会を豊かにしかも緊密に組織することになるであろう。それとともにまた，コンピュータ・アートは，芸術創造の秘密を解明して芸術の思想，芸術の理論を明確にし，芸術創造にたずさわる人間の本来の仕事に対する芸術家の自覚を促すことになるであろう。（文責・川野洋）

ここに掲載された作品は，日本ではじめての試みとして，来る3月26，27日の両日にわたっておこなわれる第1回日本コンピュータ・アート・コンテストのために30数点の中から次の審査員によって選ばれたものである。

**審査にあたった人々**：渡辺　茂（東京大学教授）
川野　洋（東京都立航空工業短期大学助教授）
斎藤義重（多摩美術大学教授）
杉浦康平（デザイナー）

**出品グループ**；CTG（Courp techuigue grsup）
SARASVAIT
川野　洋

**ケネディ**：ケネディの写真をデータとして，デフォルメしたもの。2万8千本の線が微妙にひしめきあって，一筆書きを構成している。

**ウェーヴィング・サークル**；40個の同心円の半径を周波数0から40までのサイン・カーブを波打たせたもの。

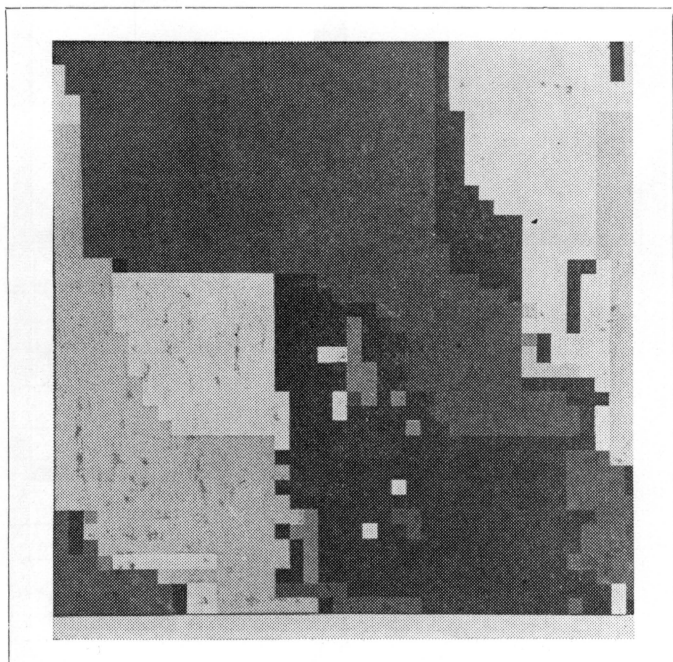
**断層**；サイン・カーブが壁にぶつかっては，方向を変化して伸びていく。モアレ効果によって，断層を見ることができる。

**モジュレイテッド・ウェーブ**；サイン・カーブを乱数によって，縦方向にモジュレイトしたもの。上下に離れるほど乱雑さが増加する。

**モザイク**；基盤の目の格子点を乱数によってゆすぶり，ふたたび格子点を結んでいくと，網目状の奇妙な立体感を生ずる。

## 出品者グループ紹介

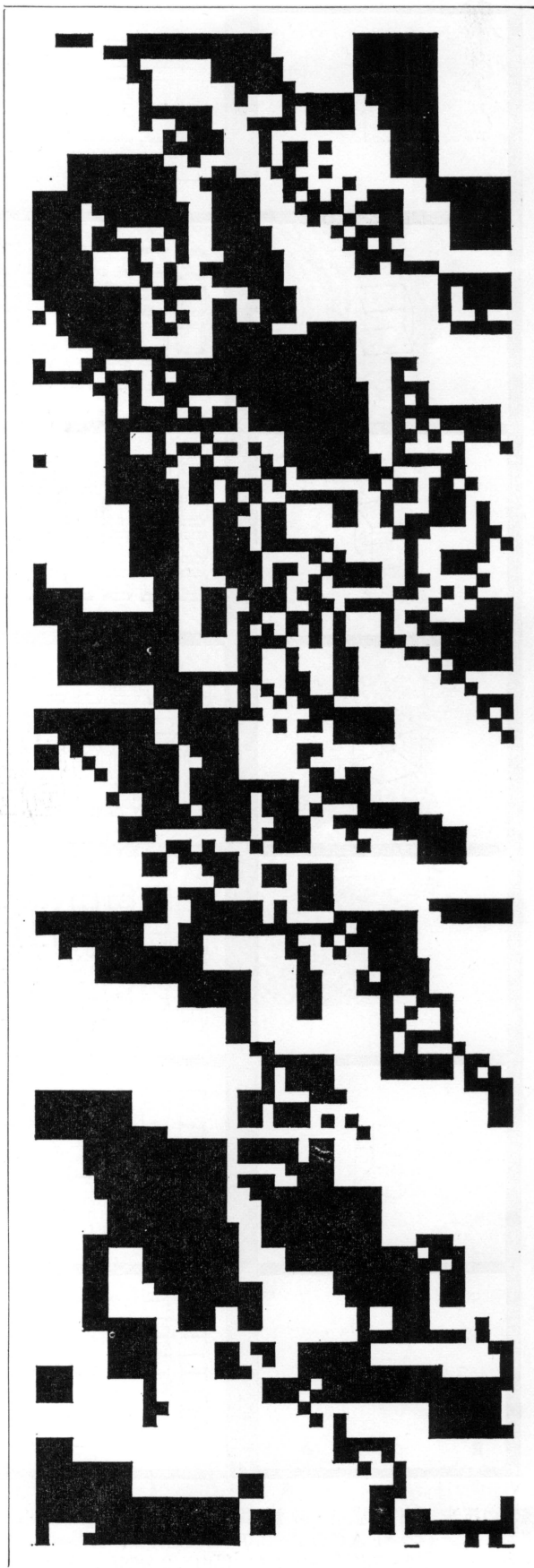
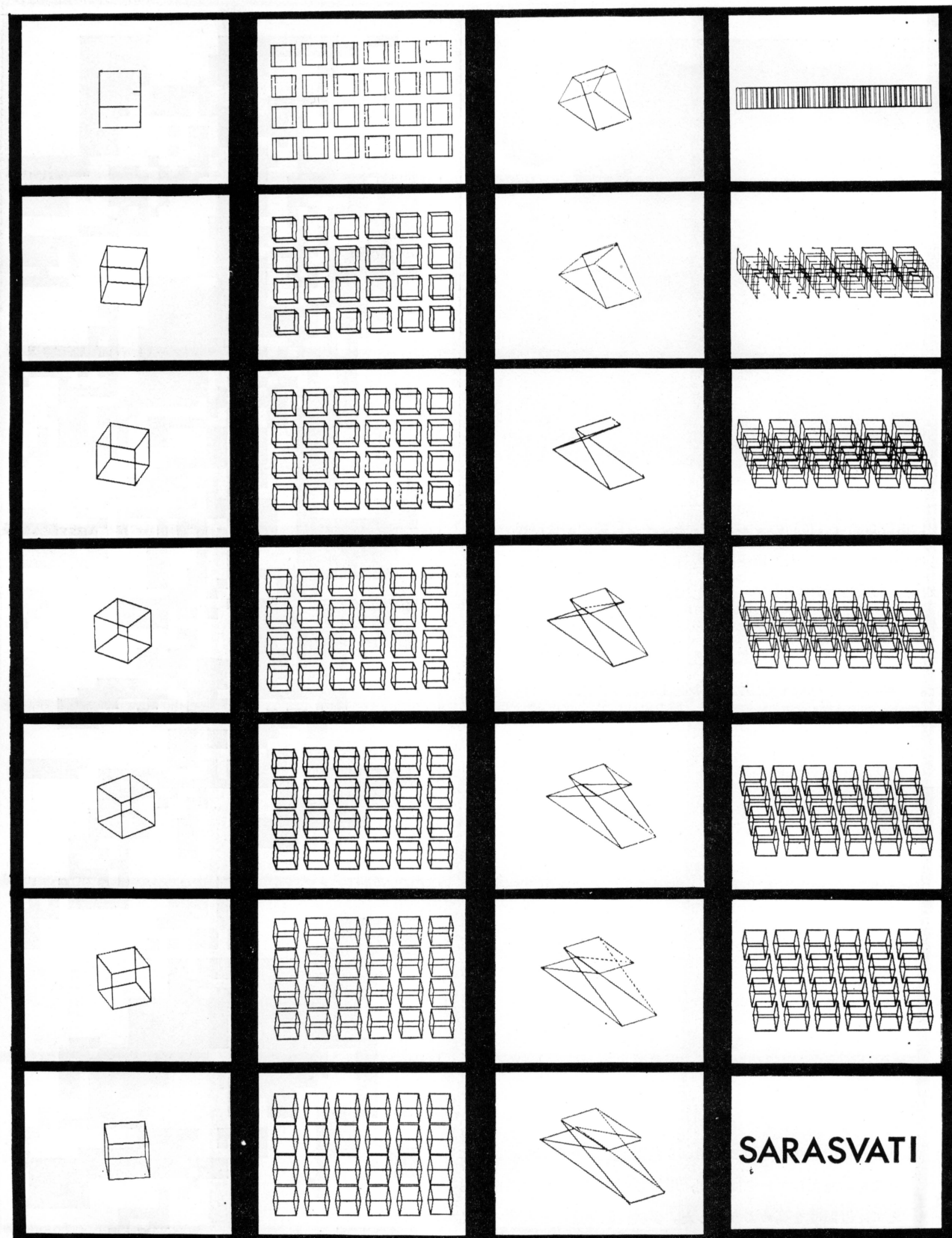
■川野洋，大正14年満州に生れる。昭和26年東京大学学部哲学科卒業　同大学院卒業。昭和30年東京大学文学部助手を経て，昭和36年東京都立航空短期大学講師，現在にいたる。

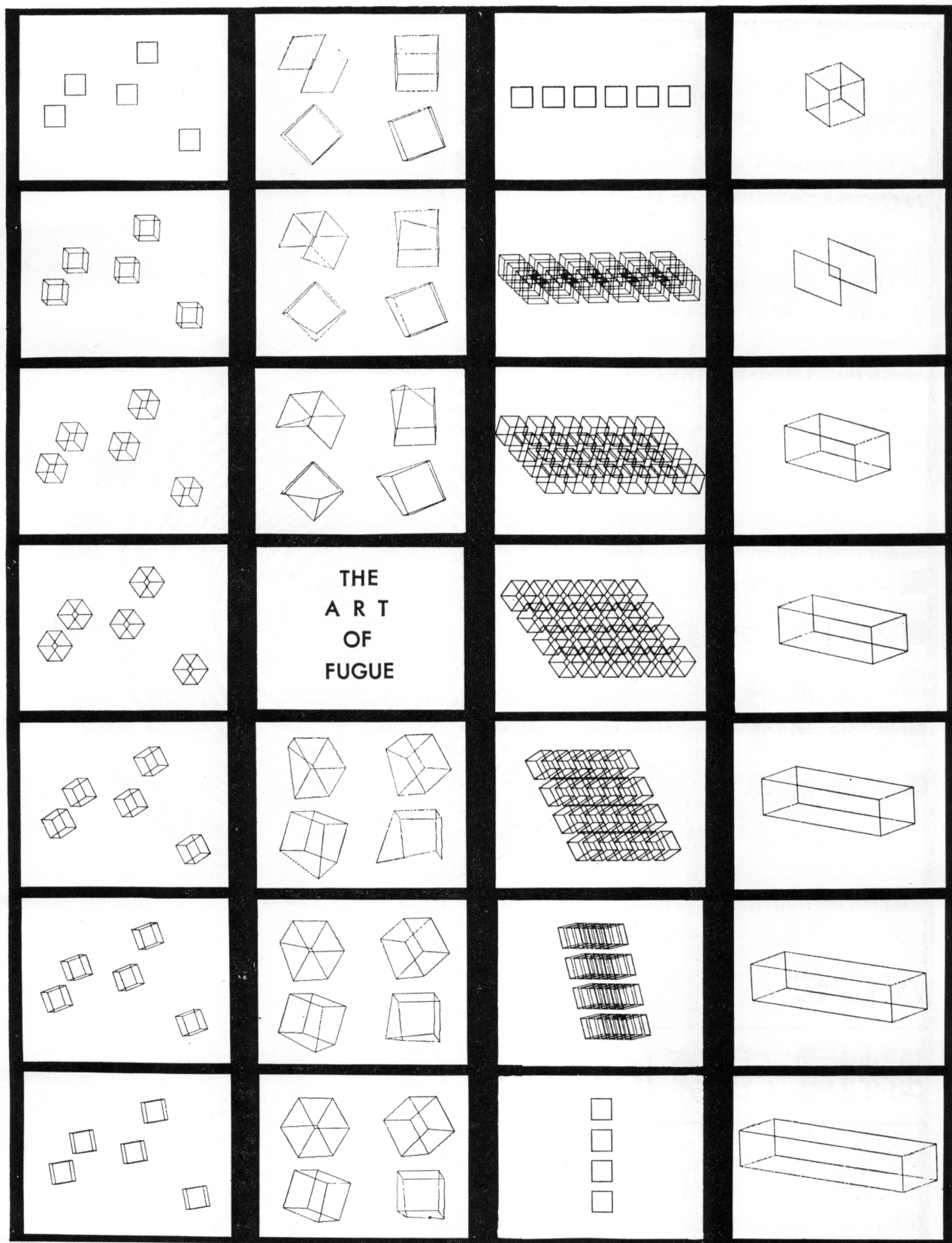
伝統的アカデミックな観念論的美学に対する疑問と反撥から新しい美学の創造を目指しコンピュータ・アートを手掛ける。

■SARASVATI，**S**　することは　**A**　アカデミックだが　**R**　ろくでもない　**A**　あそびを　**S**　さがしている
**V**　ヴァイタリティーに　**A**　あふれた　**T**　とぼけた
**I**　一座
メンバーは，山田学，月尾嘉男，刀根康尚，菊池進平

■**CTG**，コンピュータ・テクニック・グループの略。機械文明の危機を逃避の形態でなしに，機械の代表であるコンピュータを十分に駆使することによって，乗り越えていくという理念のもとに集った頭脳行動集団。コンピュータのソフトウエア，ハードウエアと建築，工業デザインの専攻の学生で構成されている。メンバーは，槌屋治紀，幸村真佐男，山中邦夫，柿崎純一郎，藤野孝爾，丹羽富士男。

なお，今回のコンテスト出品作品の製作には，前記，槌屋，幸村，藤野の3氏があたった。

（Ⅰ）単位色面（５色）のマルコフ・チェインに週期的に反復する秩序を与えて，平面の模様図形を作らせたもの。コンピュータは３個の既成の作品をデータとして見，そこにある単位色面４個の結合関係を遷移確率マトリックスとしてとらえ，この確率的造形文法を反映する乱数を発生させて，４次近似図を描いた。(OKITAC 5090A 使用。なお誌上発表は白黒として掲載した）。㊤

（Ⅱ）単位色面は黒白２種類。５色図形とおなじようにして作られた。ただしデータは１個，単位色面９個の結合関係をとらえて，近似度を高めようとした。多次近似形態ほど人間の作品らしくなるはずだが，データが１個きりで経験不足となり，コンピュータはかえってランダムな描き方を示した。(OKITAC 5090A 使用)。㊨

**風雅の技法**　制作・監督・脚本・撮影＝山田　学・月尾嘉男，アニメーション＝FACOM—270—30型電算機，音楽＝J．S・バッハ，録音・菊池進平16ミリ，黒白，2分55秒，第1回草月実験映画祭公募部門奨励賞受賞作品

《風雅の技法》は，コンピュータにつくらせた，抽象映画として興味を惹いた。立方体群の運動がくりひろげる抽象空間が鮮

かであり，動く造型の基本態を考えるうえで示唆深い作品だがこの限りでは1920年代の絶対映画の理念を根本的に超えるとはいいがたい。フィッシンガーまがいの通俗音楽抽象映画と変わりないのではないかという意見もでたが，コンピュータを使う実験の可能性に先鞭をつけたという意義が評価されて奨励賞となった。（松本俊夫氏評）

挑戦シリーズ

# 治水への挑戦

## 豊かなる社会の資源は治水にある。巨大なダムの設計，河川流量の予測まで，電子計算機の活躍

**布施　彰彦**

執筆者紹介：大正10年生れ。昭和17年3月　早稲田大学理工学部土木科卒。昭和17年4月　東京電力に勤務，ダム建設に従事，土木技術者。

**新井　進**

### 水害日本

毎年襲ってくる台風のため，洪水・水害が絶えません。とくに戦後数年間は，わが国土が毎年のように大水害に見まわれました。

いまでも何百ミリかの豪雨が上流流域を襲えば，残念ながら，わが国のほとんどの川は安全とはいいきれないといわれています。

昭和28年6月末，北九州，筑後川の洪水は梅雨前線によって記録的な激しさを示しました。水位は9メートル

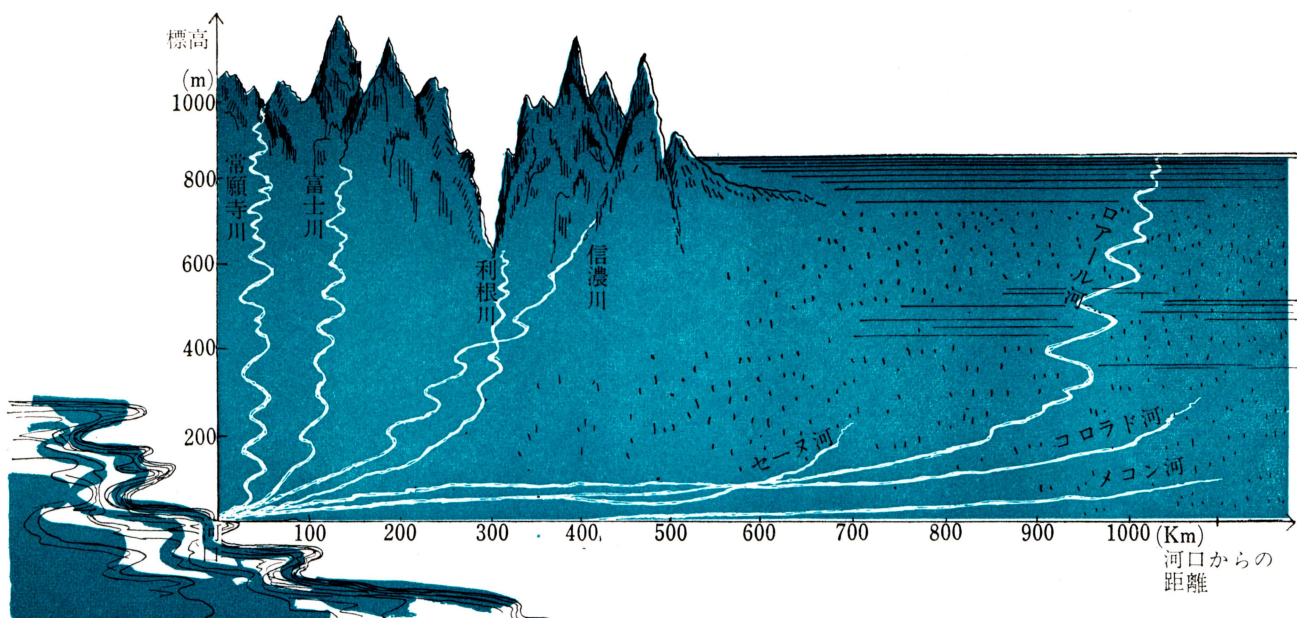



図1　世界と日本の河川の勾配

に達し最高水位記録をマークし，堤防は26ヵ所で破れ，復旧に33億円を費す始末となりました。この川はもともと明治政府が最初に手がけた洪水防御工事であり，最も念を入れたものであっただけに，水害という以上の意味があったといいます。"人災か天災か" などという論議がかわされたのもこのころからです。

ちなみに，最近の水害の費用をあげてみますと，その莫大さに驚きを禁じえません。アメリカでは年間被害額が100億円を越える年はまれで，最近15ヵ年間（1948～62）の年平均被害額は約900億円，死者63人ですが，これに対し，わが国の戦後20年間の年平均被害額は2740億円，死傷者7560人となっており，比較的に水害の少なかった年でも100億円以上の被害をこうむっています。

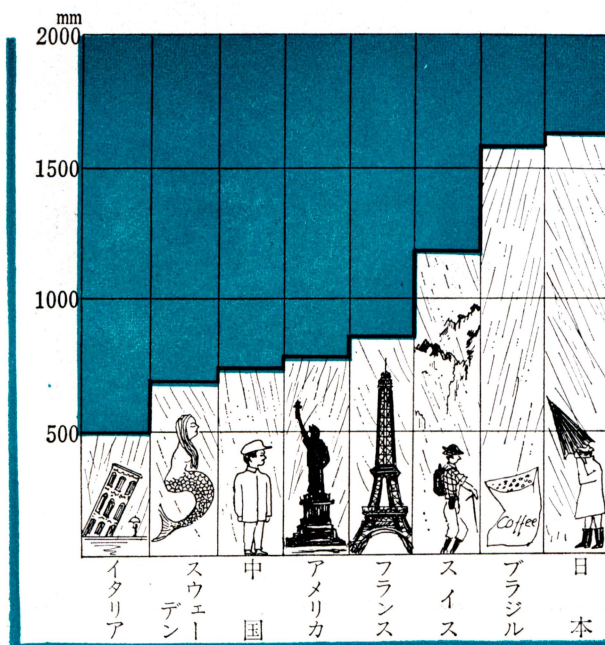



図2　各国の年降雨量

なぜ日本は，このように水害が多いのでしょうか。一にわが国の自然条件が，モンスーン地帯と台風の通り道にあることからの豊富な降水量と山国であるための急峻な河川の流れであるからといわれています。かつてオランダの河川技術者が北陸の諸河川を視察して「これは川ではない，滝だ」といったといわれます。（図1，2参照）

それだけに，このような自然条件に相応した対策が望まれるわけですが，実は，この治水対策にコンピュータが大変な役割を果たしているのです。

## 広い水の利用

一方，治水，つまり川の問題は，私たちの生活に深い関係をもっています。

悪い面でいえば工場汚水を原因とする多くの事件，異常渇水のための水道の時間給水，建設に乱用される河砂利，河床の上昇・低下による農業用水の取水や排水の不便など数えればきりがありません。

したがって，水の災害と一国にいっても，問題はこのように複雑で，多面的であるわけです。しかし一方では

川は一つの資源として，大きな利用価値をもっているのです。川，つまり治水は，その扱い方によって豊かな生活をもたらしもし，逆に，災害をもたらしもするのです。それだけに，真剣に考えられなければならないのです。

そのよい例がアメリカにあります。1959年，アメリカ議会では上院に国家水資源特別委員会が生まれ，将来の水資源をどうするかについて報告が求められました。

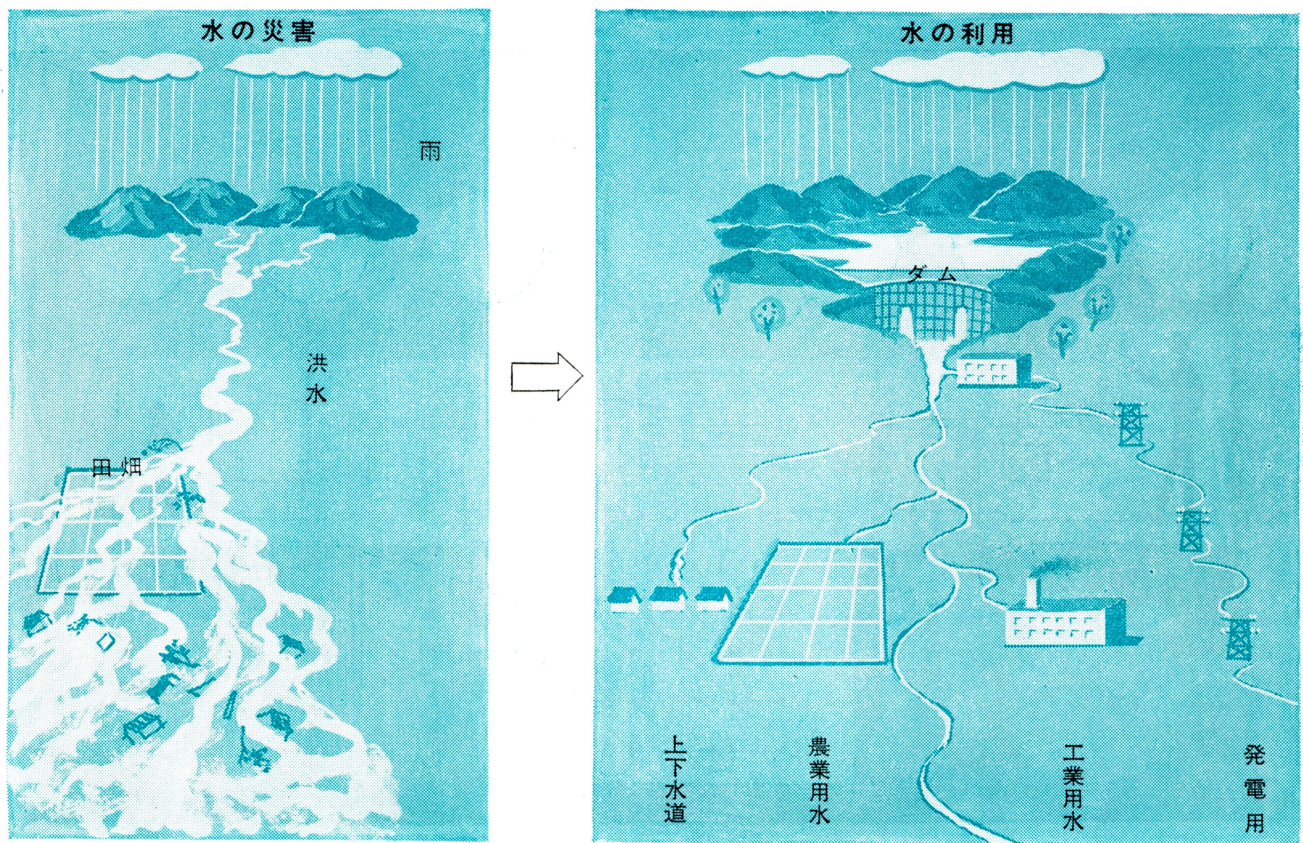
その後２年間，委員会は各省，各州，民間機関を総動員して調査，研究し，1961年に発表しました。

将来の見通しとして，1980年と2000年を基準とし，21世紀をめざし，まず人口の予測を試み，それにそって各種水利用の需給予想を展開しました。テーマは，アメリカ全土の水の分布状況から都市上水，工業用水，水質汚濁防止，水力発電，水運，農業用水，洪水処理，水に関するレクリエーション，魚類や動植物の水との関連にまで及んでいます。

次いで，それらの水需要の増大を解決すべく種々の技術的課題が検討されます。これらには人工降雨，塩水淡水化，核エネルギーの応用，蒸発を減らす方法なども含まれています。

この報告の一つ一つの数字が的中するかどうかは別にしても，これから半世紀の１国の水利用を広く展望した計画性をこそ高く評価すべきでしょう。

ところで河川の総合開発，このコトバが誇らかに使われるとき，よくアメリカのＴＶＡ（テネシー開発公社）の偉業がひきあいに出されます。ここで用いられた方法は，多目的ダムをつぎつぎと築き，これをよりどころにして河川を総合的に開発しようとするのです。多目的ダムとは，河川をせきとめて大量の水を貯え人造湖をつくり，多目的に役立てようとするものです。まず第一に，洪水の流れを一時たくわえて下流を水害から救うことです。次いで，貯えた水を農業用水，工業用水，水道用水に用い，またダムの落差を利用して電力を起し，連続したダムは河川を一つの運河とし水上交通路となり，人造湖は新しいレクリエーションの場となっています。このような多目的ダムがテネシー川流域に26も築かれ，それは1933年から約10年間をかけて完成されました。この結

図３　水の災害から水の利用へ

果，かつて水害に悩まされ荒れ果てていた森林地帯は，すっかりよみがえり，豊かな富める土地になりました。たとえば電気も珍しかった人々にとって，以後アメリカで最も安い電気料金になりました。実をいうと，このダムの建設こそ治水の基本といえるのです。（図3）

そしてこのダム建設に，コンピュータが非帯に多く使われています。そこで，今回は，ダムを中心に治水に対するコンピュータの活躍を紹介しましょう。

その前に毎月のことながら，コンピュータについて少しふれておきましょう。

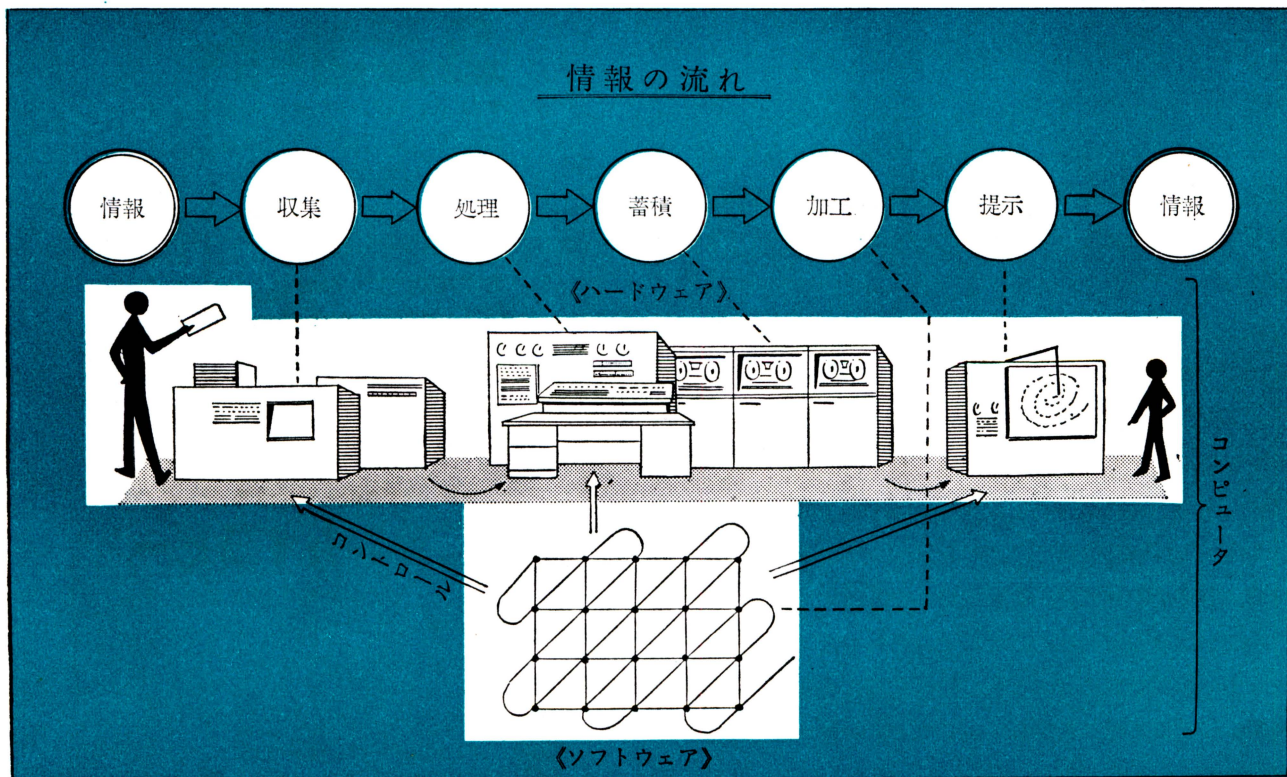
## 情報処理とコンピュータ

コンピュータ（電子計算機）は，情報を収集，処理，蓄積，加工，提示する機械であります。そのとり扱う情報には一つの種類があります。一つは，アナログ量といい，連続的に変化する量です。例えば，計算尺のような長さという連続量によって表わす値です。それに対し，もう一つをディジタル量といい，離散的な量をさしています。例えば，ソロバンの玉のように一つ二つ……と数えられるものです。この「治水への挑戦」の中心課題のダムにおいても，アナログ量で表わされるものとして，発電所の出力，テレメータ装置，出力を調整する自動周波数制御装置とその信号伝送装置などがあります。

一方，ディジタル量で表わすものに，発電所の運転日誌を自動的に作成するデータロガー，貯水池の水位を中央給電所に伝送するディジタル・テレメータ，ロボット雨量計，発変電所の遠方監視制御装置などがあります。

コンピュータの種類についても，このとり扱う量の別によって，アナログ・コンピュータとディジタル・コンピュータの2種類があります。ただこの2種のコンピュータの違いは，単にとり扱う量の違いだけでなく，コンピュータという機械そのものの別もあります。アナログ・コンピュータは積分を得意とし，別名微分解析機といい，一方ディジタル・コンピュータは，加算を得意とする機械で，すべての演算をいったん加算にもどして計算します。

例えば，ディジタルでは，桁数を1桁ふやせば，10進法の場合には10倍の精度が高まります。これに反し，アナログでは，10倍の精度をだすためには，10倍の大きさ

図4　情報とコンピュータ

が必要です。簡単にいえば，10倍の長い計算尺をつくらねばなりません。このことは，大型コンピュータをつくる時のコストの問題にも関係してきます。ディジタル・コンピュータでは，算術級数的なコストの増加に対し，アナログ・コンピュータでは幾何級数的なコストの増加となります。

そこで，大量な情報の収集，蓄積，複雑な処理，加工などは，ディジタル・コンピュータが使われるようになったのです。

ところが，インプットする情報が，すべてディジタル量であるとは限りません。多くのアナログ量があることはすでに例示したとおりです。この際には，アナログ量をディジタル量へ変換するアナログ・ディジタル・コンバータという装置を用います。これによって，アナログ量をディジタル量としてとらえ，ディジタル・コンピュータで処理することができるのです。

次に，コンピュータの各装置について説明しますと，情報を収集するところをインプット装置，処理するところを中央処理装置，蓄積するところを記憶装置，加工するところをプログラム，人に提示するところをアウトプット装置といいます。（図4）

## 盛んなコンピュータ使用

この問題については，日本では，毎年，電気事業事務機械化研究会が「電気事業における電子計算機利用状況報告」という立派なレポートをつくっています。この研究会は，電力9社，つまり，北海道，東北，東京，中部，北陸，関西，中国，四国，九州の各電力会社と電源開発電力中央研究所で構成されています。

レポートの内容は，多方面にわたり，15項目の大分類があります。それは，(1)経済調査，(2)経営計算，(3)電力系統，(4)水力発電，(5)火力発電，(6)原子力発電，(7)送電，(8)変電，(9)通信，(10)配電，(11)営業，(12)人事労務，(13)資材燃料，(14)数学的諸問題，(15)その他　となっています。

水力発電の項目の中は，さらに分かれて次の6分類になります。(A)発電機器の特性分析に利用　(B)水利計算に利用　(C)ダムの構造物計算　(D)発電の運転管理　(E)河川流量　(F)その他　です。

## ダムをつくる

土木，建設のいろいろな計算にコンピュータが活用され始めたのは，昭和35年ごろからです。これによって，今までとても不可能とされていた複雑な設計計算，河川流量，水理計算，機器特性，それに運転管理，建設工程，見積り計算など**別表**に示したような広い範囲にわたり，しかもより精度の高い解をうるようになりました。

まずダムをつくる際のコンピュータの利用は，設計計算をはじめ，工程管理のPERT/COSTの利用，事務処理としての見積り計算にも広く用いられています。そこで，その全体としての位置関係をはっきりさせておきましょう。（**図5参照**）

ところで，その中でも特色のある設計計算へのコンピュータ利用については次の二つの場合があります。一つは，すでに標準的な設計方法がある場合には，その方法にそった設計でやれば強度も安全で使用上の支障もありません。そこで，一般に公認された標準的な設計の場合

| 機器特性 | | |
|---|---|---|
| ギブソン法，水車効率計算 | 昭40年 | 東京 |
| 同期機磁気飽和の解析 | 〃 | 関西 |
| フランシス水車初期設計 | 〃 | 四国 |
| 経済的な水力起動停止制定計算 | 〃 | 四国 |
| 水車およびポンプ水車のK値計算 | 昭41年 | 関西 |
| 揚水発電所ポンプ水車のK値計算 | 〃 | 関西 |
| 水車発電機過渡特性の解析 | 〃 | 四国 |
| **水理計算** | | |
| 水力発電所の調整運転時のサージング解析 | 昭40年 | 東北 |
| ダム設計―背水曲線計算 | 〃 | 中国 |
| 貯水池の溢水シミュレーション | 昭41年 | 北海道 |
| 生坂発電所放水路のサージング計算 | 〃 | 東京 |
| 井川ダム背水計算 | 〃 | 中部 |
| 水力発電所サージンク水位変動計算 | 〃 | 北陸 |
| 放水路サージングの計算（その１） | 〃 | 九州 |
| 水路サージングの計算（その２） | 〃 | 九州 |
| 水力発電所水理系の特性解析 | 〃 | 九州 |
| 開閉サージ計算（２回線単相回路） | 〃 | 電研 |
| 管内流線の計算 | 〃 | 電研 |
| **構造物計算** | | |
| アーチダム計算 | 昭40年 | 四国 |
| 温度分布形状によるアーチの熱応力 | 〃 | 電研 |
| 円弧スベリ面法によるフィルタイプダムの安定計算 | 〃 | 電研 |
| ダム付近の斜面の安定性解析 | 〃 | 電研 |
| ダムの座標体積計算 | 〃 | 東京 |
| 水圧鉄管路固定台設計資料 | 〃 | 東京 |
| ダムの三層問題 | 〃 | 東京 |
| ダム内温度履歴の計算 | 〃 | 東京 |
| コンクリートの冷却 | 〃 | 東京 |
| ダムの基礎変形計算 | 〃 | 東京 |
| 非対称アーチダムの応力計算 | 〃 | 東京 |
| 水圧鉄管の水衝圧計算 | 〃 | 東京 |
| 梓川開発計画奈川渡ダムの ダムコンクリート・クーリング計算 | 昭41年 | 東京 |
| 変厚アーチダム設計計算 | 〃 | 東京 |
| 新竜島発電所鉄管および発電機$GD^2$の経済計算 | 〃 | 東京 |
| 高根第一アーチダム応力解析 | 〃 | 中部 |
| 高根第一ダム型枠計算 | 〃 | 中部 |
| 高根第一ダム基礎地盤内応力計算 | 〃 | 中部 |
| 高根アーチダムパイプクーリング計算 | 〃 | 中部 |
| ダムコンクリートの弾性歪からの応力計算 | 〃 | 九州 |
| 黒部第四ダム基礎岩盤の応力解析 | 〃 | 電研 |
| **運転管理** | | |
| 川内川第３地点計画の計算 | 昭40年 | 九州 |
| 水圧鉄管保守の計数管理 | 昭41年 | 東京 |
| 岩瀬川ＰＳルールカーブの検討 | 〃 | 九州 |
| 柿原，大竜発電所電力量計算 | 〃 | 九州 |
| **河川流量** | | |
| 犀川水系洪水曲線 | 昭40年 | 東京 |
| 喜撰山揚水発電所揚水効率計算 | 〃 | 関西 |
| 貯水池計画―マスカーブ作成 | 昭40年 | 中国 |
| ルールカーブ法による個別貯水池計算 | 〃 | 四国 |
| 月間流量の確率分布 | 〃 | 四国 |
| 流量報告書作成 | 〃 | 九州 |
| ダム流入量の予測計算 | 〃 | 九州 |
| 確率流量計算 | 〃 | 電発 |
| 貯水運用―貯水池の雨量対流入量曲線の作成 | 昭41年 | 中国 |
| 調整池流込計画―最低５日平均流量($L_5$)の計算 | 〃 | 中国 |
| 大渡開発計画にともなう諸計画 | 〃 | 四国 |
| ダム地点流入量とその流況の計算 | 〃 | 九州 |
| 袋野地点流量修正計算 | 〃 | 九州 |
| **その他** | | |
| 水圧上昇変化による水圧管重量変化 | 昭40年 | 東京 |
| 梓川筋堆砂解析 | 〃 | 東京 |
| 水力設備事故統計 | 〃 | 中部 |
| 粒度分析に用いるＤ表計算 | 〃 | 九州 |
| 水叩き圧力変動のスペクトラム解析及び空間相関計算 | | |
| 矢作運用計算 | 昭41年 | 中部 |
| 矢作第一発の水撃上昇計算 | 〃 | 中部 |
| 発生電力量計算 | 〃 | 中部 |
| 井川ダム河床変動計算 | 〃 | 中部 |
| 水力発電所発電原価計算 | 〃 | 中部 |
| 馬瀬運用計算 | 〃 | 中部 |
| ダム埋設計器実測値の計算 | 〃 | 九州 |
| ガイドベーン閉鎖時間の決定 | 〃 | |
| 黒部ダム埋設ひずみ計の実測値の応力への換算 | 〃 | 電研 |
| 新成羽ダムコンクリートのクリープ試験のデータ解析 | 〃 | 電研 |
| 複雑な形状を育する構造物の二次元応力解析 | 〃 | 電研 |
| 光弾性立体応力解析の補正計算 | 〃 | 電研 |

別表

には，コンピュータを使ってスムーズに全工程が完了できます。逆に，もう一つの標準化されないものへの開発については，今の段階では，全体の計算をコンピュータにのせるのでなくて，あるところの力の流れをどう決めるか，水圧に対してどのくらいの抵抗力を保ったらよいか，そのためにはどういう骨組にするか，断面積をどうするかという，ある問題を見つけだし部分的に究明します。こういう目的にコンピュータは非常に役立つのです。アーチダムの設計計算の難しさは，後者だからです。

かつて，アーチダムの応力解析において精密解を求めようとすると，数人の技術者が数ヵ月を要し，それでもなお望む精度までの解は無理でした。コンピュータの出現とそれを利用しようとする努力は，解法においても革命をもたらしたわけです。従来のごく簡単な計算式は，より多くの条件をつけた高度な式となって精度をあげ，即座に解を得ることができるようになったのです。

一方，現実の問題としても，施工段階に入った後で設計計算の変更ということがあります。しかもこの設計計算の変更は，施工時計算と不可分であるから両方ふくめてやり直さなければなりません。これには，莫大な計算要員を必要とします。

また，単なる計算機ではなくコンピュータでなければできない計算もあります。それは計算というより実験といった方がよいかもしれません。コンピュータの中に実物をよく表わすモデル（模型）をつくりに実物での実験を代行させるのです。この利用方法は，超高層ビルの建築に用いられていますが，ダムをはじめ大型構造物の実験は将来ほとんどこの方法になっていくということです。

工事
構築物
施工法
断面計算
応力計算
断面の修正
設計計算
PERT
コンピュータ
数量拾い計算
値入れ計算
見積計算
出来高計算
¥
PERT/COST
設計図
工程管理図
見積書

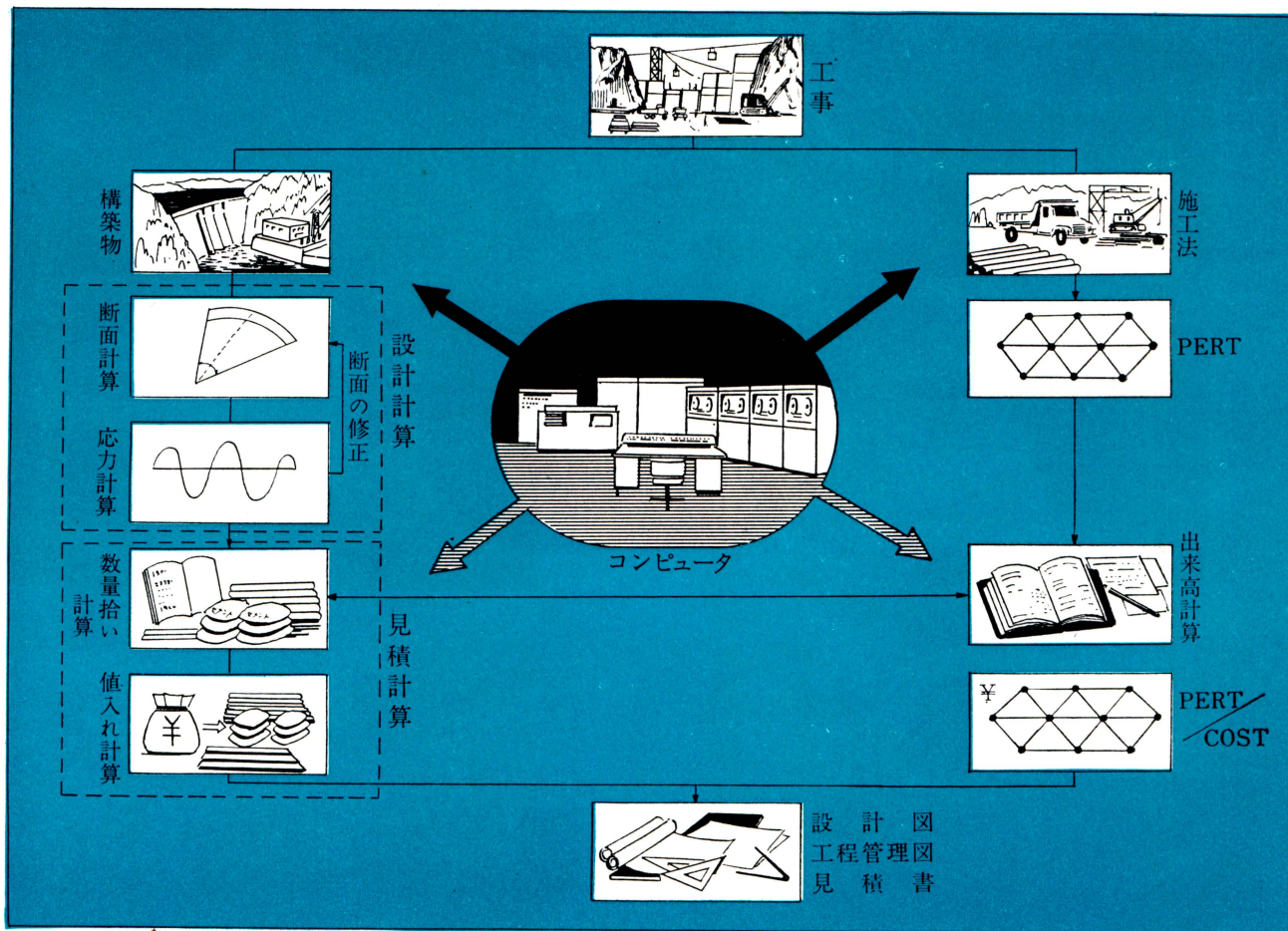



図5　利用の表

さて，一般論はこのくらいにして実際にダムをつくる過程でのコンピュータの働きに移りましょう。

前のコンピュータ利用の表からもわかるように，ダムの種類の中でも，コンピュータはアーチダムに最も多く利用されています。

そこで，アーチダムについて簡単にのべておきましょう。日本では，コンクリートでつくられるダムがほとんどですが，そのうちに，重力ダム，アーチダム，バットレスダムなどがあります。特に，わが国では地震が多いことや河川の洪水量が大きいことなどから，もっぱら重力ダムで，まれにバットレスダムが採用されていました。しかし，建設技術の進歩と十分な経験のうえに，アーチダムについての設計，施工上の調査研究が行なわれ，昭和27年に上椎葉アーチダムの建設以来，その採用が急速に増えてきました。

アーチダムの特性は，重力ダムが自らのコンクリートの重みで水圧などの外力に抵抗するに対して，アーチ形状の作用によって外力に抵抗し，その外力を両岸と河床の岩盤に伝えます。このため，コンクリートの量を非常

図6　ダムをつくる図

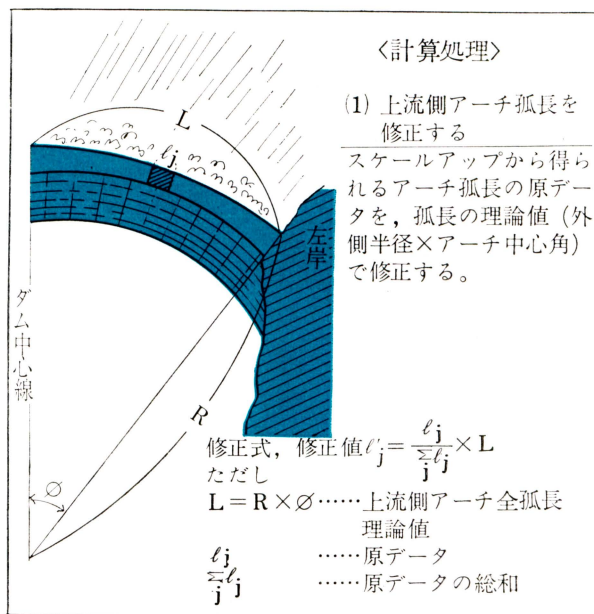
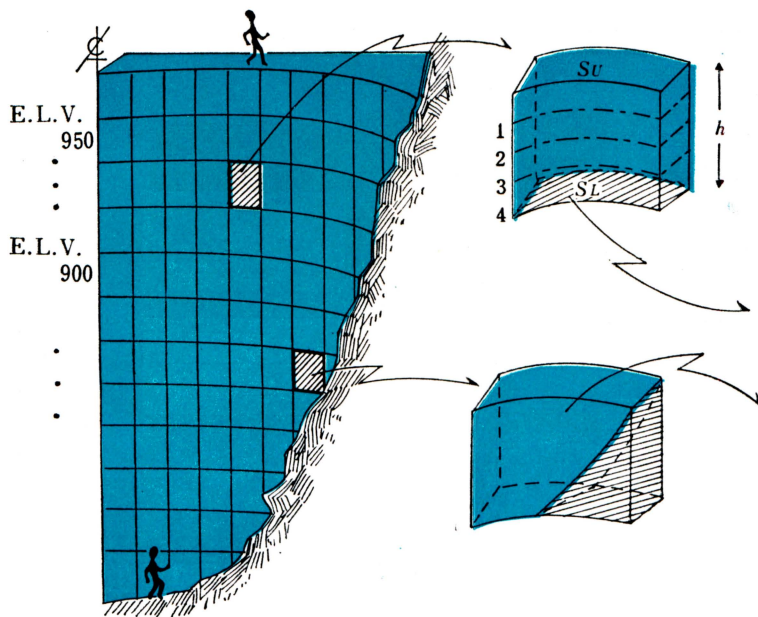
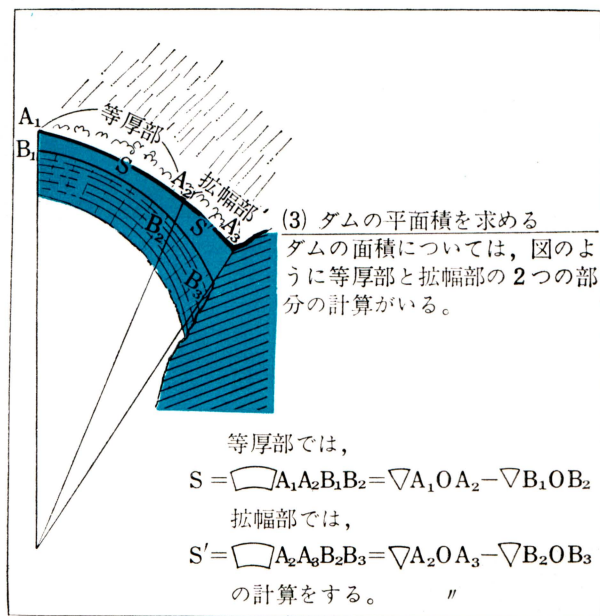



図7　断面計算の図(1)

図8　断面計算の図(2)

に節約できるのです。しかも従来は，谷幅が狭く岩盤のしっかりした地点が望まれましたが，最近の設計技術とダムの岩盤を堅固にする基礎改良工法の進歩により，アーチダムは最も経済的で安定なものとされ，広く採用されるようになったのです。

この設計技術の進歩にコンピュータは大きな役割を果たしました。それではこのダムの設計計算をコンピュータはどのようにやるのでしょう。まず断面計算からのべてみましょう。

まず最初に何を求めるのかというコンピュータからのアウトプットからふれてみます。

〈アウトプット〉

(1) 型枠見積りのために，各ブロック別の上流側のアーチの弧の長さと下流側アーチの弧の長さ。それに，各ブロック別のアーチ中心側厚みと岩盤側の厚み。

(2) ダムに積み上げるコンクリートの1区切りをリフトといい，そのリフト別にコンクリートのボリューム($m^3$)を算出する。

(3) ダムの全ボリューム・チェックのために，E．L．V別のトータル水平断面積（$m^2$）の算出。

〈インプット〉

計算に必要なコンピュータへのインプット・データは，次のようなものです。水平断面に必要なE．L．V．の数，最下部のブロック数，アーチ中心角，等厚部のアーチの厚さ，周辺部分の状態など。

次いで，アーチ状のダムをつくるには，いろいろな難かしい応力計算が必要です。同時に，石膏などを使用した模型実験で検討します。これらの計算には種々な方法がありますが，現在よく用いられる方法に″試し荷重法″があります。これは，アーチダム全体が水平なアーチ要素と鉛直な一端固定の梁（片持梁）要素から成り，アーチダムに働く力をアーチと片持梁がそれぞれ分担すると

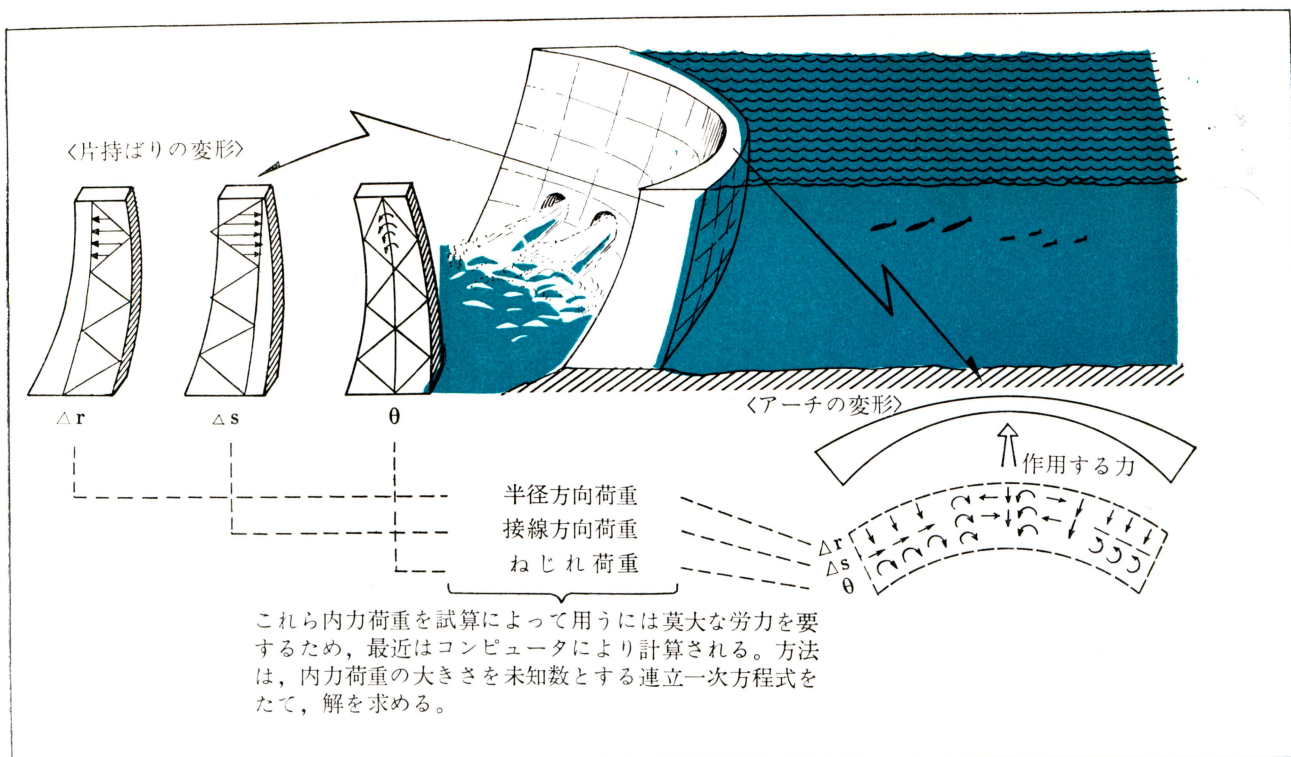



**図9　アーチダムの応力計算の図**

考えられます。そこで両者の変位として，アーチの半径方向，アーチの接線方向，ねじれの3成分の変位が計算するすべての点において等しいように力の配分をします。（図9参照）

この配分された力によって，アーチと片持梁の応力を計算します。計算で考える外力としては，貯水池の静水

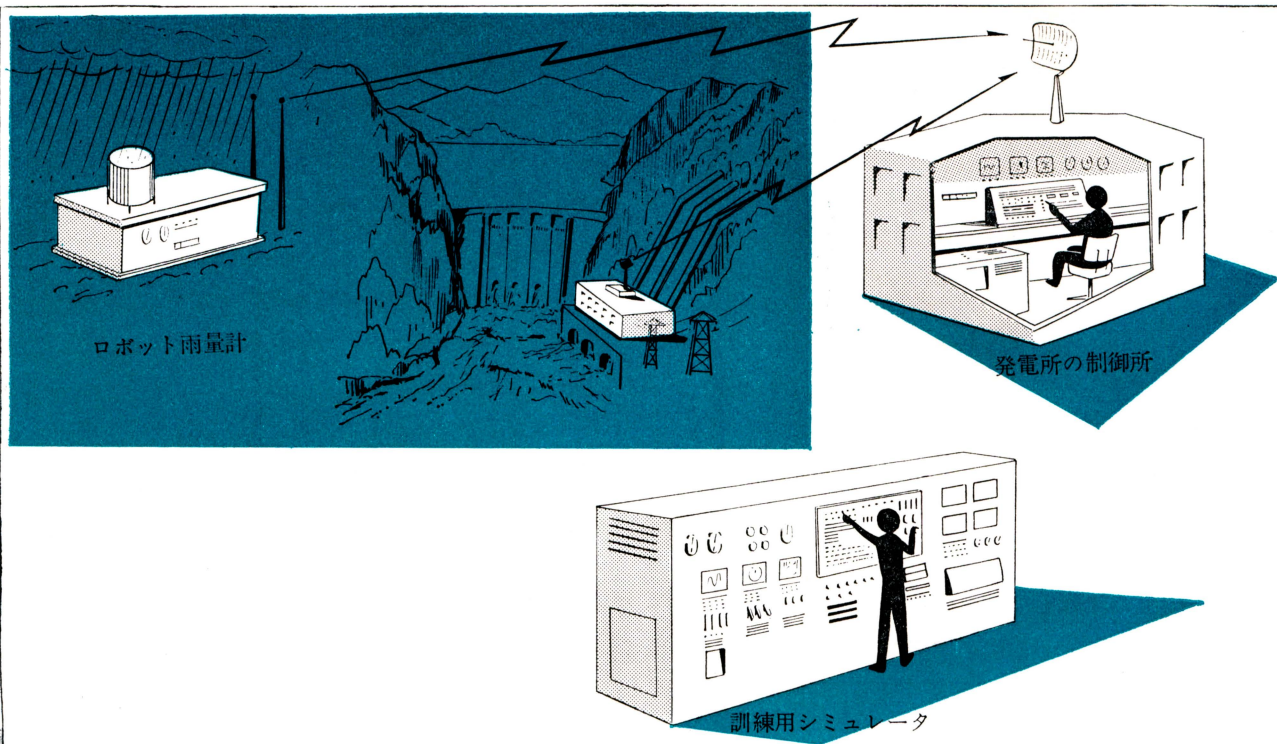
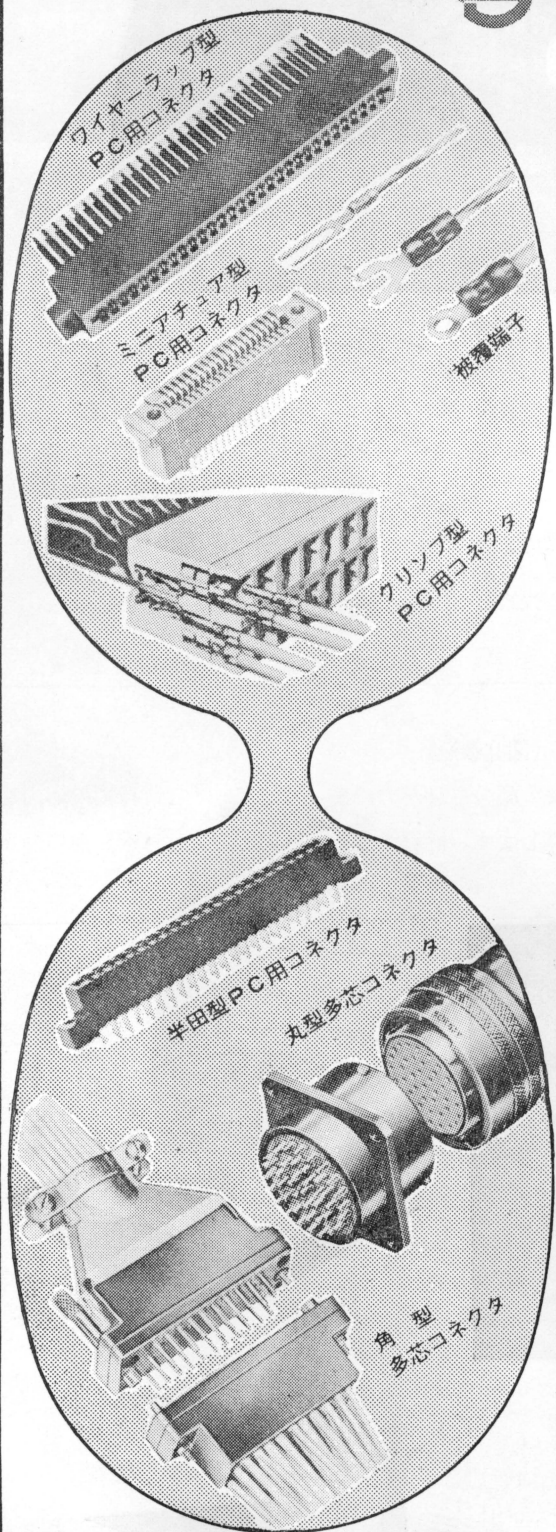



**図10　ダムを動かす**

ロボット雨量計

発電所の制御所

訓練用シミュレータ

圧，気温と水温の変化による温度荷重，ダムの自重，貯水池からの浸透水による揚圧力，将来に貯水池に堆積する土砂による土圧，地震時のダム本体に働く慣性力と貯水池の水による地震時動水圧などがあります。

## ダムを動かす

ふつう，発電所の運転は計器をにらみ，ハンドルをにぎっているオペレータの姿が想像されますが，現在，無人発電所の建設が進められています。つまり，個々の発電所で行なわれている運転作業を通信線で結び，グループとしてコントロールしようとするものです。(図10参照)

水力発電所のこのような集中制御あるいは遠方制御は，昭和の初めから実施されていましたが，当時はまだ，近距離の親発電所と子発電所の間を各操作監視項目ごとに直接に結ぶ幼稚なものでした。その後，エレクトロニクスの発達はめざましく〝パルスコード式〟選択制御方式が開発されました。これは，パルスの組合せで符号を定め，その符号の送受信により発電所の機器の選択，使用状況を制御所へ伝送する信頼度の高い経済的な方式です。

また，遠方から計測する技術として，直接テレメータ，搬送テレメータ，ディジタル・テレメータが用いられています。例えば，鬼怒川発電所を制御所とする川俣，栗山，塩谷，竹の沢など7発電所，13台，21万9,100kWの集中制御，それに，安曇，水殿の揚水発電所を含む9発電所，21台，95万6,000kW の梓川系発電所の集中制御も計画されています。

これと同時に，河川流量を的確に予測し，水を合理的に運用し，さらにダムゲートの適切な操作のために，〝ロボット雨量計〟が用いられます。これによって，山奥の水源地帯の降雨量を発電所やダム管理事務所などで無線機による遠方観測ができるのです。群馬県に3ヵ所，猪苗代に3ヵ所あり出水予報に役だっているといいます。ロボット雨量計から送られる観測データは，監視局で検波され，記憶回路を経て検定回路に入り，印刷機や表示装置に人の見やすい形でプリントされます。このようにして正確な水の状態を知ることができるのです。

(文責：新井／野村電子計算センター)

# 橋のこころ

はし——このやさしいひびきは　私たちの心の中に　様々のなつかしい想い出をうかびあがらせてくれます。

村はずれの小川にかかっていた　小さな土橋……　水遊びをするときはきまって洋服を欄干にひっかけておいた橋……　台風のあと大人たちが胸まで水につかってかけかえていた橋…………。

橋はまた　歴史や文学の世界で　しばしば重要な意味をもって登場してきます。

出会い……　別れ……。

橋のもつたたずまいと場の中に 人のこころの奥底に触れてくるなにか　つまり　橋のこころといったようなものがひそんでいるからではないでしょうか——。

IBM

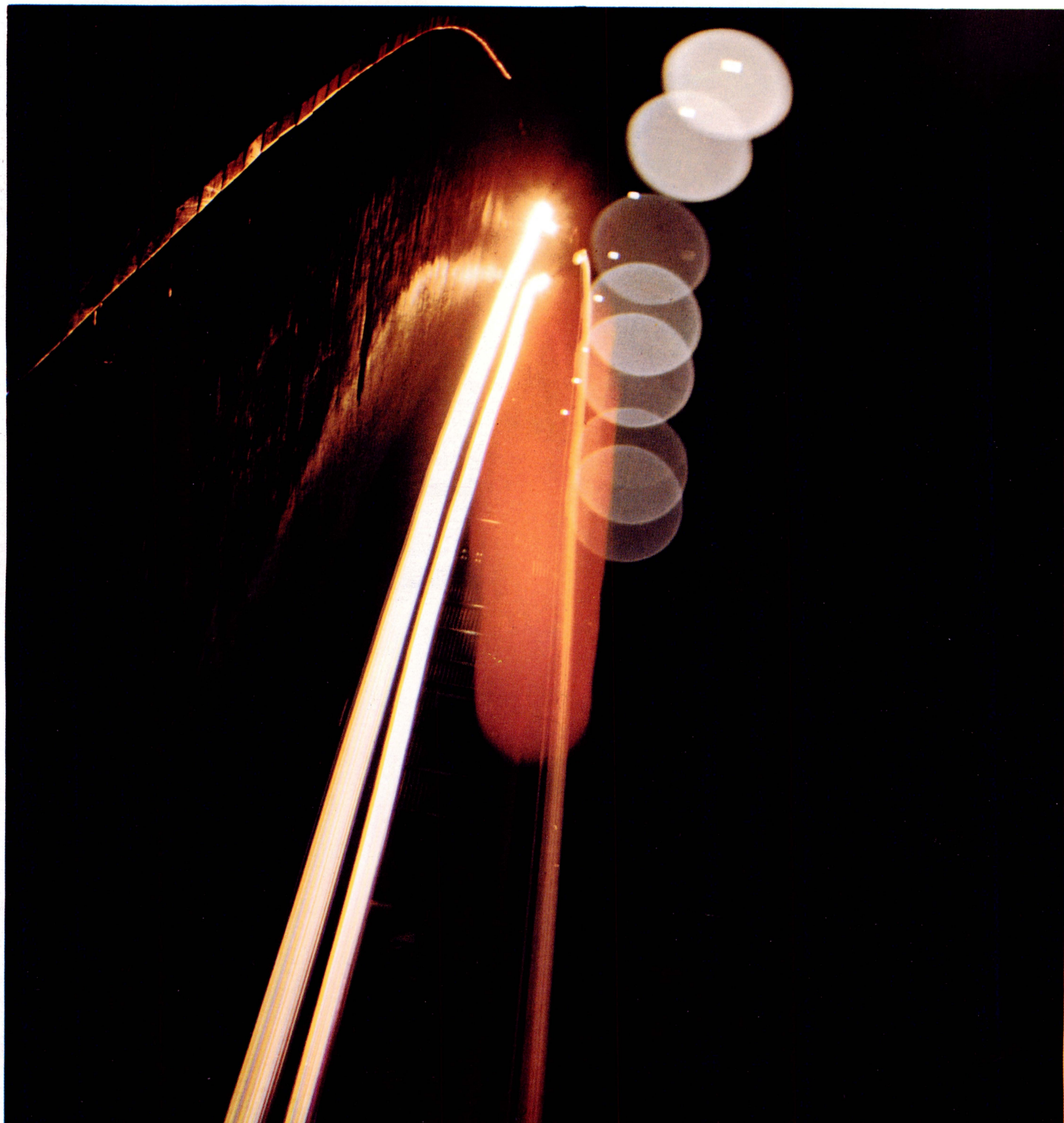
# 夢のかけ橋

さて══════

私たちの国・日本では　いま東京湾をひとまたぎにする横断橋や　本土と四国をむすぶ夢の架け橋などが続々と計画されています。

そして　このような橋の計画から実現への過程で　コンピューターが担当する仕事はますます大きく　また　その課せられた役割り・意義もいままで以上に重要なものになってきつつあります。

なぜなら 私たちがかけようとしている橋は単に隔った場所をむすぶ便利な通路ではなく…‥異なる社会・異なる国・異なるこころの人々をひとつにむすぶ人間の橋だからです。

コンピューターが《人間に奉仕する道具(ツール)》としての真の使命を果たすとき　時間(とき)の経過を越えて　あの懐しいふるさとの橋のこころが　新しい日本の橋の中に　より高められたかたちで甦える——と　私たちＩＢＭでは信じております。

成功した会社

# 花嫁の必需品リッカーを支えるコンピュータ

**リッカーといえばミシンの代名詞，月掛販売をあみ出した業界の王者，その鍵をにぎる電算機**

坂井　清昭

## 陸上の王者リッカー

3年前の東京オリンピック，代々木の国立競技場では女子80メートル・ハードルの決勝を前に，観衆はかたずをのんでスタートを待っていた。日本期待の依田郁子選手が出場するからだ。

と、何を思ったのか，いきなり依田選手が衆人環視の中でトンボ返りをうったのである。1回，2回，関係者は，「ああ，また気を落着かせようとしているのだな」とわかったが，彼女の競技をはじめてみる大観衆は，一瞬キョトンとした。そして，それがまた，かたずをのむ観衆の気持までもほぐしたのであった。

記憶のいい読者なら，あのユーモラスな光景を，いまでも覚えていることだろう。その依田は，リッカーミシン陸上競技部に籍をおいていた。そしてリッカーは，この東京オリンピックになんと14人もの選手を送り出していたのだ。

平木　信二社長

現在でも，日本記録をもつハンマー投の菅原武男，依田郁子の後継者80ハードルの安部孝子。別府毎日マラソン２連勝の御船に，同じくマラソンの宇佐美と，幾多の名選手を育てたリッカーミシンが，電子計算機の導入でもトップを走っている。今月は，そのリッカーのコンピュータ戦略をたどってみよう。

## 独特の顧客管理

リッカーミシンは，一昨年４月に他社に先がけてスーパーオート・ジグザグミシン「マイティ」を発売した。ジグザグミシンにはセミオートとかフルオートなど，いろんな性能をもったものがあるが，スーパーオートというのは最高の性能である。

それだけの技術をもち，最高の商品を生みだしながらも，社長以下全員セールスの根性をもっている。リッカーミシンとは，そんな会社――造ったから売るのでなく，売るためにつくるような会社なのである。

だからこの会社をみるとき，販売にいちばんの特長がある。いまでこそ，ミシンの販売は代理店を通さずセールスマンの直売は普通になっているが，業界ではじめて直販制にふみきったのはリッカーミシンであり，リッカーは昭和23年立川でミシンの製造を開始したときから，この方式を採用していた。

また，ミシンの予約販売制度に手をつけたのも，リッカーミシンが最初である。昭和23年ごろ，ミシンは普通品でも１万３～4,000円していた。月賦にすると，少なくとも４～5,000円の現金をはらうのが普通だ。

ところが，当時は高校卒の女子の月給が5,000円ぐらい。これでは１ヵ月分の月給をポンと出さなければならないわけだ。家庭の主婦にしたって同じである。

そこで平木信二社長の考えたのがイージー・ペイメント・システム，つまりＥＰシステムで，頭金をさらに分割して１回の支払を500円(現在は1,000円)とし，10回かけて5,000円の頭金になったらミシンを渡す。残金は，同じく1,000円くらいの月賦で継続して支払っていく。月賦販売システムと月掛予約を組み合わせた一種の予約販売システムである。

これだと，単に消費者がミシンを買いやすくなるばかりでなく，従来のような月賦販売システムだと，いったんミシンを手元に引きとることになるため，いますぐミシンを購入するような人，年齢的にいえば，結婚適齢期である20～25歳が顧客の主流になり，それ以下の年齢層はつかめないが，予約制にすれば将来に備えて予約することになるのだから，20歳以下の年齢層，極端な話が高校生でも中学生でも顧客対象となりうるのである。

年間の結婚数は，平均100万組ていどといわれる。買換え需要を含めても，せいぜい年間120～130万台がミシンの売れる台数だが，ミシン業界の過去の販売実績をみると，さる40年の144万台をピークに，いつも130万台をこえてきた。

ということは，リッカーの考えだした予約制度の力が大いにあずかったわけだが，さらにメーカーとしては予約をとることによって，将来の生産予定がはっきり立つ利点もあった。

こうして，現在リッカーミシンは，全国に600の支店をもち，セールスマン７千を擁して獲得した顧客は実に1,000万人，年間の新規契約口数は40年１月から販売を開始した家庭電化製品も含めて100万に達するという。

さてこうなると，顧客口座の管理がたいへんな仕事になる。何しろ口座の数が膨大なうえに，１件１件につい

て予約金の払込みがいくらになっているか，現品引渡後の月賦金支払状況を記録しなければならず，なかには解約する口座もでてくる。

こうした口座の管理を，いちいち手書でカードに記録していたら，それ専門にかかっても1人の女の子で月に2万枚が限度，これだとノイローゼになるという。

そのうえさらに，顧客の口座管理だけでなく，セールスは全部歩合制だから，7千人からいるセールスマン個個についてのセールスも記録しなければならないし，3,000人からいる集金人の歩合，これについてもいちいち集金記録を完備しなければならない。

商品が売れるのは有難いが売れれば売れるほど販売のフォローアップに従事する人員が増大していく。これが直販制度の宿命である。代理店制のように商品をどんどん代理店に送り込めば，あとはせいぜい何十軒か何百軒どまりの代理店口座管理だけですむのとわけが違う。

100万人の顧客があれば，それだけの口座管理が必要になり，しかも第一線で活躍するセールスマン，集金人の後方管理もこれにともなって発生してくる。

セールスマン7,000人，集金人3,000人，あわせて10,000人という数は，陸上自衛隊の師団編成にしたら小規模師団の2つ分である。2個師団の後方管理をやるのだから人，力だけに頼っていたら，いずれかの時点でセールスマンの数だけ，後方管理要員が必要ということになりかねない。

そこで必然的に新兵器〝電子計算機〟の登場ということになるわけだ。

## 機械化の変遷

リッカーミシンが電子計算機の導入を検討しはじめたのは，さる31年のことで，この年に社長命令で能率委員会が発足し，事務の機械化について研究を開始した。このとき能率委員長として采配をふるったのは，当時集金部を担当していた平木証三専務だった。

集金部担当のトップが，機械化研究のための能率委員

リッカーミシンの製造工場

会初代委員長，このへんに，リッカーミシンの電子計算機導入が何をねらっていたか，その姿勢がうかがわれるだろう。

２年後の33年に，まずＩＢＭのパンチカード・システム（ＰＣＳ）を入れた。どこの企業でも経る手順で，その後，５～６年はなんとかＰＣＳで間に合わせながら次の手を考え，本格的な電子計算機を導入してＥＤＰＳ化に着手したのは，39年２月ユニバックのＵＳＳＣを設置してからである。

リッカーミシンの会長宮崎清氏は，ユニバックの会長でもある。そんな関係で機種は，論議の余地なくユニバックに決まったわけだが，これでまず手をつけたのが給料計算と各種集計業務，それにモデル支店として都内10店を選んで集金売上系列業務の機械処理テストをした。そして６ヵ月後の９月には資材系列の業務も電子計算機にのせた。

問題の顧客口座管理を電子計算機にのせたのは，翌年の１月からである。既存の契約口座を一挙にＥＤＰＳに切りかえることは困難がともなう。そこで，その年の１月に，経営多角化の一環として家庭電化製品の発売を開始したのを契機に，そのトップ・バッターとして登場し

平木証三専務

た電気洗濯機の新規口座集金業務から手をつけたのだ。

また，このときに車両管理も平行して電子計算機システムにのせることにした。なにしろリッカーミシンが保有している車両は支店だけで1,000台，小型も含めると

電子計算室（本社６階）

500台もある。これだけの車の買換需要期を的確に把
してロスのないようにしなければならないし，配車か
運行状況の管理となると電子計算機の独壇場である。
ところが，このころのリッカーミシンの業績の伸びは
速で，増大する販売管理業務に機械化がとても追いつ
ない。このため，まだＵＳＳＣを完全に稼動しきらな
うちに，もう次の大型機種の選定に着手し，ユニバッ
のＵⅢ電子計算機システムをレンタルで導入すること
した。この間，７月からは家庭電化製品の口座管理に
えて，ミシンの新規契約口座の集金業務をのせたが，
Ⅲ導入まではＮＲＵセンター（日本レミントン・ユニ
ック計算センター）に委託した。これは導入後のテス
と訓練をも兼ねていたのである。

## ターンアラウンド・システムの導入

40年11月，待望のＵⅢが導入された。ただちにＵＳＳ
Ｃでやっていた業務をＵⅢに移行し，ついで，41年２月には，米ファーリントンのＯＣＲ－ＩＤⅢＣを導入，集金業務にターンアラウンド・システムを採用するとともに，インプットのトータル・チェックを採用した。

ＯＣＲを採用したのは，ミシンの旧契約口座を全部ＵⅢに移行したことにより，データの量的処理に限界ができたためで，インプット能力の増大が目的だった。

しかし，この段階では，いわゆるターンアラウンド・システムもまだ試行錯誤の段階で，ＯＣＲ用帳票様式も，まだ完全なものとはいえなかった。最初にのせたシステムでは，まだ帳票に転記する部分が残っており，転記によるミスと労力が多かったのだ。

このため，42年に入って帳票システムの大改造を行ない，**図１**のような現在の帳票システムになったのは42年の11月からである。このときに，転記部分はまったくなくした。同社業務部次長望月宏行氏の話によると，顧客管理の帳票としては，完ぺきなシステムになったという。

11

成契報告書　111
申込受付年月日　年　月　日　契番 401,043,441
指定品目：ミシン 1　洗濯機 2　冷蔵庫 3　編機 4　掃除機 5　6　7　8
申込金 ①1000円　分割払金 ①1000円　希望引取時期 年 月頃　希望機型 1 2 3 4 5 6 7
成契店コード・名　販売員コード・名　資格（店扱 0　育販 4　その他 5）　集金員コード・名　同時移籍店コード・名
証券区分：持参 0　郵送 1　月賦・現金（成契同時）4　学販 5　社販 6　殊優 7　特殊 8　その他 9　第2回以後の払込方法：1 集金員派遣　2 振替貯金　記事
顧客氏名：カナ　漢字
顧客住所：カナ　漢字

予　マスターカード
顧客名　契番 401,043,441　申込受付年月日
予約指定品目：1 ミ　2 洗　3 冷　4 編　5 掃　6　7　8　成契店コード・名　販売員コード・名　販売員資格（店扱 0　育販 4　その他 5）
集金員コード　同時移籍店コード・名　予約規定品目　月賦規定掛金　月賦金
住所　月賦契約調査者名
回数　領収書受払（受入　年月日　入金額　返送　残数）　1　2　2　…　0

予　ミ・リ区分　予 2回金入金状況　月 掛金区分　延滞状況
契番 401,043,441
集金日　日　日　日　申込受付年月日
氏名（漢字）（カタカナ）様
住所および集金場所
成契店コード・名　販売員コード・名　販売員資格（店扱 0　育販 4　その他 5）
集金員コード・名　同時移籍店コード・名　予約指定品目 1 ミ　2 洗　3 冷　4 編　5 掃　6　7　8
第2回よりの払込方法　1 集金員派遣　2 振替貯金
売上店コード・名　売上年月日　種別 現　月　完 ㊍月
売上品目　売上機型　機番
販売価格　予約割引金　下取り割引金　予約金　月賦金
機械置場（住所と同じときは記入しない）　下取り 有 無　備考
保証人氏名　住所　職業
月賦契約調査者名
残金分割支払方法：年 月 日より　毎月 日限り　円ずつ 回払　最終回 回目 円払
左記以外の集金：年 月 日￥
顧客カード

さてここで，集金業務におけるターンアラウンド・システムの概要をみてみよう。

まず帳票は，「成契報告書」「マスター・カード」「顧客カード」と２枚の「領収カード」から成っている。成契報告書は，セールスマンが契約をとったときに記入するもので，これは支店から本社に送られるが，記入項目は顧客氏名，住所のほか，指定品目，希望種型，成契店コード・名，販売員コード・名，証券区分，集金員コード・名など，社内の事務処理に必要な記録が，電子計算機にかけられるよう簡潔に区分されている。

たとえば指定品目は，１ミシン　２洗濯機　３冷蔵庫　４編機　５掃除機などというように，また証券区分も０持参　１郵送　４成契同時　５学販　６社販　７株優　８特殊　９その他　などというように。したがって，指定品目が１で証券区分が５となっていれば，学校販売により成約したミシンということがわかる。

次のマスター・カードは，支店に保管し，顧客カードは集金カードになる。領収書の金額はまだ手書だが，下についている本社報告用のカードは，該当数字の▯の部分をＨＢ鉛筆で塗りつぶすようになっている。これが読み取りマークになって，ＯＣＲにかけると機械が金額を読みとるわけだ。

またそれぞれの帳票には，いろいろなコードが数字で組みあわさって記入してある。たとえば**図２**の見本にある数字はつぎのような意味をもっている。

UⅢチェックNo.とＯＣＲチェックNo.は，カード取扱の段階で汚したり破損したりして数字が読みとれなかったり，まちがって読みとるのを防ぐためのチェック・ポイントである。

領収書は，つねに２回分ずつ発行する。まず成契報告書，マスター・カード，顧客カードとともに発行される最初の領収書は，本社報告部分が集金票と勘定照合票を

図２

兼ねており，成契報告書によってつくられたマスター・カードと第１回の勘定照合が行なわれる。

２回目の領収書は，集金票兼次回正常領収書発行依頼票となっており，これが本社にとどくと，本社ではつぎの３回分の領収書を発行する。こうして，領収書につく本社報告用帳票は「集金票兼勘定照合票」―「集金票兼次回正常領収書発行依頼票」―「集金票」のサークルで自動的に発行される。つまりターンアラウンド・システムなわけである。

## 電子計算機導入の第三次計画

こうした帳票が，電子計算機システムの中でどのように処理されているのか。まず，セールスマンが成約した成契報告書や本社報告書を兼ねた集金票は，支店から本社に送られる。搬送はいまのところデイリーだが，郵送で本社に到着したカードは，まずファーリントンＯＣＲ

機にかけられる。

ここで記載事項を読み取り，データのインプット・カードができる。これをUⅢ電子計算機に入力し，磁気テープに記録される。磁気テープは，日々のファイル・マスターとなるDMマスター・テープと半年に1回更新されるMMマスター・テープに区分し，毎月のファイル用MMマスター・テープはインクワイアーして，データをとりだし，3ヵ月に1回勘定照合される。

現在，保管しているマスター・テープは，全部で約2,000巻，うちMMマスターは50本といわれる。このように現在データは，磁気テープで保管し，顧客口座を管理しているが，これでは，インクワイアーに手間取るために，いずれは処理量の増大とともに，磁気ドラムか磁気ディスクが必要になってくるだろう。

OCRは，現在1台でカード・ベースだが，すでにインプットの量的処理能力に限界が出ているので，この10月には，ファーリントンOCRの3010—M型機を入れる予定である。現在のカード・ベースだと1分間100枚でおさえられているのが，テープ・ベースにすると300枚以上になるという。テープ・ベースのOCR導入後も，現在のカード・ベースのOCRは併用して使っていく。

帳票組織をこのように大改造して，42年11月から実施した計画を，リッカーミシンでは，コンピュータ導入第三次計画と称しており，この第三次計画では資材の発注，部品管理も電子計算機にのせている。

ミシン工業は，ある意味では自動車工業と同じようにアッセンブリ工業ともいえる。自動車工場は，自家生産しているのはエンジン部分ぐらいで，大半の部品を下請に発注，これを集めて組み立てているが，ミシン工業でも，ミシン工場が手がけるのは塗装と組立が主で，大半の部品は外注にだしている。

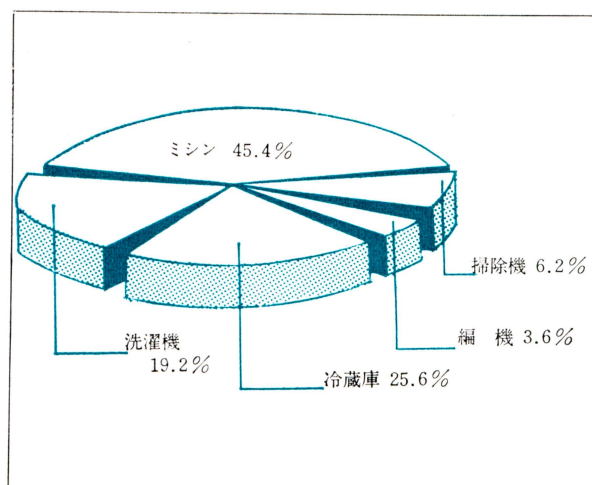
なにしろ部品コードは，現在電子計算機のマスター・テープに登録しているものだけで2,050もある。したがって，生産計画に見合った部品の発注，在庫管理などの資材系列の業務は，ぼう大なものになり，かつ，これにともなう経理帳票，下請管理もゆるがせにできない。

そこでリッカーミシンでは，まず生産計画と部品在庫に見合いながら発注量を決め，OCRにかけられる帳票様式で注文書を発行するが，この注文書をつくるときに，

同時に納品書をつくって下請業者に渡してやる。こうしておけば業者が納品するときに，そのＯＣＲ用納品書をつけて納品するだけで，納品に関する一切の記録が電子計算機にインプットされる仕組みになっている。

マスター・テープには，部品マスター，業者マスター，在庫マスターなどがあって，発注書と納品書をＯＣＲに読みとらせて，ＵⅢ型電子計算機にインプットすることによって，それぞれのマスターの買掛金明細，売掛金明細，在庫明細，部品需給状況一覧などのデータがでるようになっている。

また，業者マスターについては，その業者は資本金どのくらい，従業員何人で，何日間でどれだけの部品を納入できるかなど，生産能力の詳細について記録されている。だから，これこれだけの部品を，何日までに調達しようとするとき，どことどこの下請業者にわけてどのくらいずつ発注すればいいか，電子計算機が教えてくれるのだ。

現在，本社でこうした資材関係のプログラムをつくり，



製品別売上構成

機械をオペレートし，データを集中管理するのは，わずか１人でやっている。資材は，つねに発注単価の変更があるが，そうしたことまで１人で把握し処理しているのである。

資材の帳票からは，必然的に経理の帳票が発生してくるが，これらも発注，納品のＯＣＲ伝票と一連の帳票で処理される仕組みになっている。

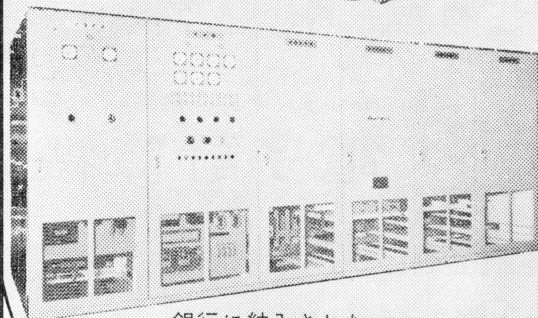
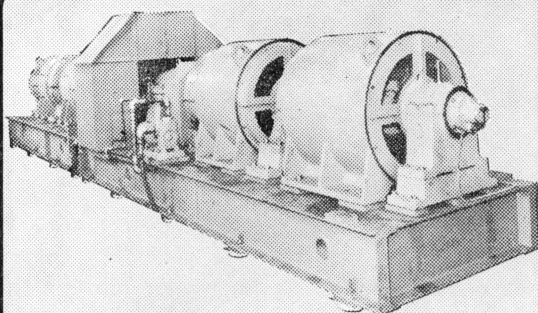
下請関係経理の帳票と関連して，重要なもう１つの帳票に歩合給社員，集金社員の歩合計算がある。セールスマンは売上げに対する歩合であるから，どのセールスマンは何日現在何台売って，その歩合給がいくらか，過去におけるセールスの成績などの記録も必要になる。

こうした販売にともなうセールスマン，集金人個々の元帳は，成契報告書，本社報告用集金票から自動的につくられるようになっている。

セールスマン個々の比較査定，点数制，販売手数料や集金人の集金手数料は，必要なときにいつでも支給表にしてとりだせる。

## ″ＭＩＳ″を目指す

こうした第三次計画で，リッカーミシンにおける主要業務の電子計算機による機械処理は，ほぼ完成したといっていい。あとは，処理能力を増大させたり，データ管理をよりスムーズにさせるための部分的な手直しが残っているくらいだ。

たとえば，現在のＯＣＲは，カード・ベースであるが

述のように，このために電子計算機へのインプット能力が制約を受けている。そこで，この10月には，テープ・ベースのＯＣＲを導入して処理能力の増大をはかる。なお，現在，磁気テープの保管は専用の保管室がないので，専用保管室を設置したり，磁気テープによるデータの保管を，磁気ドラムあるいは磁気ディスクにしてインクワイアーを容易にするなどである。

したがって，次の目標は，さらに一歩進めてＭＩＳ(経営情報管理システム)の採用になるとしている。これを同社では第四次計画と称し，すでにＭＩＳの準備に入っている。

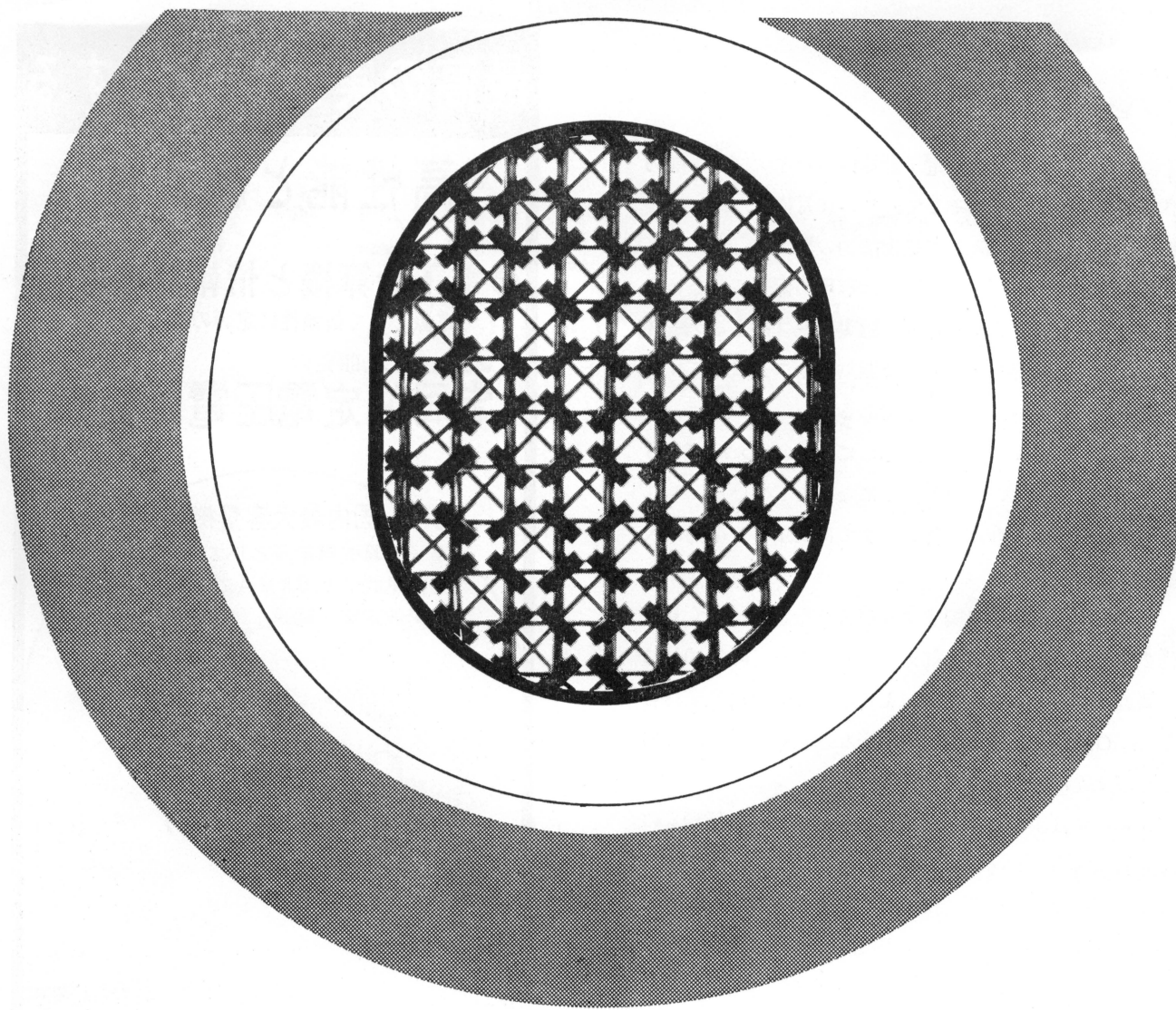
このため班員10名で編成するＯＲ班を別個につくり，約２年間の特別な教育を終えている。また，昨年10月には調査統計室を独立させ，ＭＩＳは，社長直属の業務として，ＯＲ班と調査統計室が緊密な連絡をとりながらＭＩＳの確立に取り組もうとしている。

ＯＲ班ではすでに，各種資料をもとに，約10種類もの販売管理資料のシステムをつくった。いまの予定では，この６月までには，デイリーに必要とする管理資料も含めて，トップ・マネジネントが要求する経営情報資料のシステムは，ほぼ全部できあがるはずだ。

リッカーミシンはさる40年１月から，経営多角化の一環として家庭電化製品の販売にのりだした。これは，現在同社のもっている600の支店，7,000人のセールスマンと3,000人の集金人がそのまま利用できて，しかもミシンによって獲得した1,000万人にのぼる顧客口座が，ただちに生かされるという利点をフルに活用するのがねらいであった。

そして今年は４年目を迎えたが，過去３年間で家庭電化製品の売上げは急速に伸び，すでにリッカーの大きな力になっている。

42年９月末の第55期決算でみると，ミシンは総売上高の45.4％で，これに対する家庭電化製品は51.0％になっている。いかにリッカーの直営組織が秀れた財産であったかがわかるだろう。

こうした経営の多角化にともない，こんごの課題としては，各部門の状況をつねにタイムリーに把握し，経営の方向を決定していかなければならない。そのためには，ますますＭＩＳの確立が重要な課題となってくる。

コンピュータ未来学

# 情報革命による社会と未来

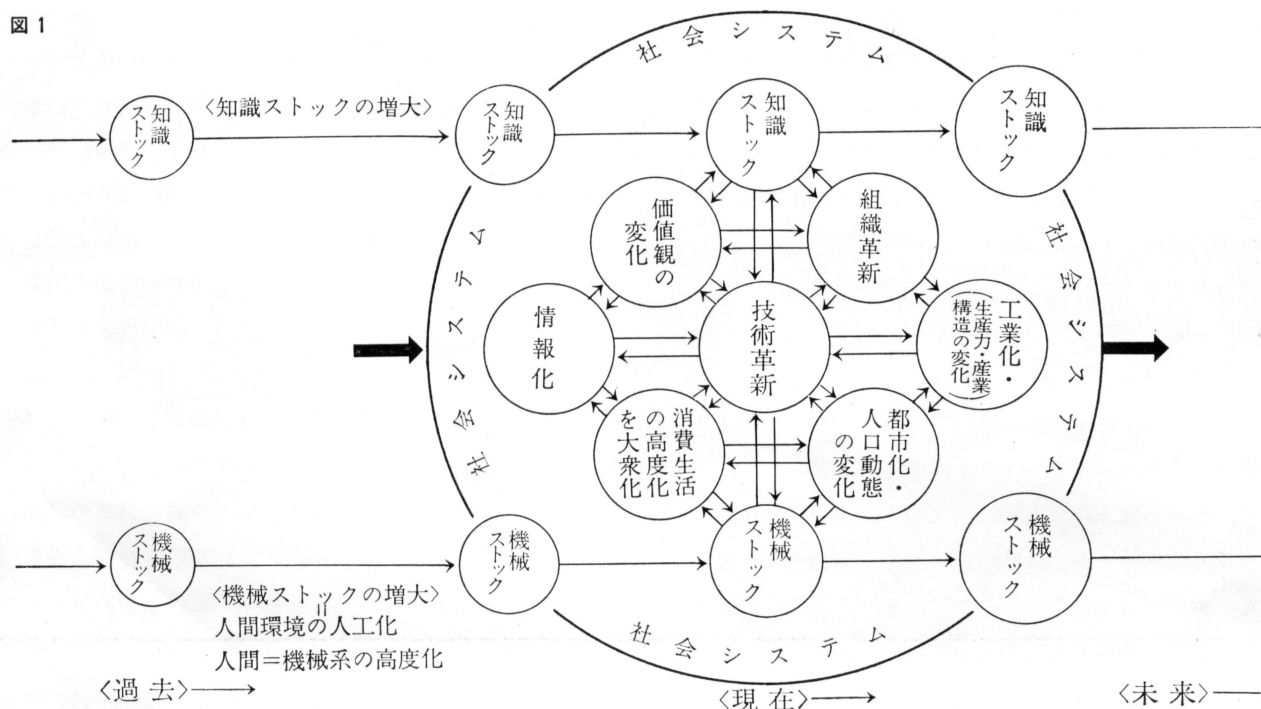
## コンピュータと情報技術による社会生活の変貌，MISの登場，見えざる革命はいま現実のものになりつつある。

香山　健一

組織体としての社会は，つねにダイナミックな成長と変化を続けているものである。それは，不断の新陳代謝(メタボリズム)を通じて，環境に適応し，環境を制御しつつ，生態学的な意味での放散(ダイヴアージェンス)と収斂(コンヴアージェンス)，成長と変態，進化と退化，淘汰と変異などを繰り返している。これらの変動現象をいま″社会変動″ social change という概念で一括することにすると，20世紀後半の現代社会の基本的特徴の1つをなすものは，この社会変動の驚くべき加速度化ということに求められるであろう。加速化する社会変動は，現代社会の基本的体質となったといってもよいほどである。

B. Murphy は，The Computer in Society (1966) のなかで，この社会変動の加速化現象をひとつの比喩で実感的に示そうと試みている。かれによると，1920年から1945年にかけての変化率は，1945年から，1955年にかけての変化率に相当するであろうし，1955年から1965年にかけての変化は，1920年から1955年までの変化の総量に匹敵するであろうというのである。もちろん，これはあくまでも1つの比喩であって，厳密な社会的指標体系にもとづく，統計的議論ではないし，また社会システムに

ついての現在のわれわれの知識と統計的手法ではこのような包括的な社会変動速度の厳密な，計量的測定は不可能でもある。しかし，経済成長．人口の地域別，産業別，職種別，年齢別分布の変動，技術の変化率，消費パターンの変化など，主要ないくつかの変化の指標を手掛かりにして，一般的推論を試みてみるとき，この Murphy の比喩はそれほど非現実的なものでないことが明らかとなるであろう。

ところで，この加速化する社会変動はいったいなにによってひき起こされつつあるものであろうか？　現代の急速で，大規模な社会変動の主要な動因はなんであろうか？　この設問に対する従来の社会科学の返答は，これらの社会変動が根本的には産業革命ないしは工業革命 Industrial Revolution に端を発する工業化 induslriali-zation と経済成長によってひき起こされているというものであった。工業化の核心に横たわるものが，新しい生産方法ならびにそのアウトプットとしての効率的な道具と機械体系の発明であることはいうまでもない。この面から見れば，社会変動の主要な動因は技術革新に求められることになる。すなわち，技術革新は工業化をひき起こし，工業化は生産力の拡大を通じて産業構造，地域構造，国際関係の構造の変動を引き起こし，さらに消費生活水準の変化向上を通じて生活様式や価値意識の変動をひき起こす。

しかし，ここで見落としてならない重要な点が２つある。その第１は，工業化は決して狭義の技術革新，つまり生産技術上の新発明とその応用につきるものではないということである。工業化は生産技術上の発明と応用という自然科学的側面と同時に，生産から消費に至る，あるいはまた経済，社会，政治から文化に至る，社会組織の革新の側面を含んでいる。つまり工業化は″組織革命 Organization Revolution という性格をその不可欠な構成要素として含んでいるのである。

第２に，技術革新は．それ自体，人類の知識ストックの増す，新知識と新しい思考方法の開発によって引き起こされたものである。したがって，それは基本的に人類の知識ストックの成長によって基礎づけられているということができる。この２点をあらためて強調するのは，これまでの工業化と社会変動に関する議論のなかで，この側面の検討が必ずしも十分になされてきてはいなかったように思われるからである。本論文では，とくにこれらの点に留意しつつ，現代の社会変動のなかで無視しえない重要な分野を形造っているところの情報革命とその社会意味について若干の検討を試みることにしたい。

## 情報革命とはなにか？

「情報革命とはなにか」ということについては，こ

図１

までも少なからず論じられてきているので，ここではのちの論理展開に必要な限りでのみ論点を整理しておくことにしたい。周知のように，情報革命とは第二次世界大戦末から戦後にかけて，情報処理の分野で生じた革命的ともいうべき変化の総称である。情報革命はときとして18世紀末から19世紀初頭にかけてイギリスに始まり，やがて全世界に波及していった第一次産業革命と対比して，第二次産業革命とよばれることもある。しかし，それは第二次産業革命とよばれる以上に根本的な革命であって，いわゆる産業革命の枠をこえていると考えるべきものである。この第一次，第二次産業革命の対比という考え方からすると，第一次産業革命が人間の「手」あるいは「筋肉」のかわりに機械を使用することを主軸として展開された動力革命，生産技術革命であったのに対しいわゆる第二次産業革命の特質は人間の「頭脳」や「神経」の仕事の一部を機械に代替しようという点にある。

より具体的にいえば，情報革命は3C革命ともよばれているように，計算 Computation，制御 Control，通信 Communication の3つの分野における革命を含んでいるのであるが，その中心には電子計算機，自動制御機器，通信機器などの技術革新がその推進力として存在しているのである。

かつて，社会学者のW・F・オグバーンは，自動車の発明が及ぼす社会的影響はおそらく，シーザー，ジンギスカン，ナポレオンの3人が与えた影響を合わせたものより大きいであろうと指摘したことがある。モータリゼーションの進展が現代の国土と都市の様相をいかに一変させつつあるか，自動車のある生活が，国民の生活様式や考え方，感覚などをいかに大きく変えつつあるか，ということを考えてみるならば，このオグバーンの主張もあながち誇張だとはいえないであろう。自動車やテレビに限らず，今後10年，20年のあいだに予想される各種の技術進歩——通信衛星，レーザー，家庭用ファクシミリ，ホーバークラフト，SST，太陽電池，バイオニクスの利用，海水の真水化，各種の人工臓器，性格に影響を与える薬品など——が，社会生活に与える影響ははかりしれないものがある。しかし，コンピュータの発達と普及を中心とする情報革命が与える影響は，その性格からしてモータリゼーションのそれにくらべても，また他の多くの技術革新にくらべても，はるかに深刻で，大規模なものとなるであろう。

56台のビジネス用コンピュータが初めて市場に売り出されたのは，1954年であった。それ以来，コンピュータの生産規模はいまだかつて他の産業部門にみられなかったほどの，驚くべき急テンポで拡大を続け，1965年には世界のコンピュータ生産額は44億ドル（1兆6千億円），世界各国で使用されているコンピュータの総数は3万6,610台（66年は4万4455台）に達している。世界のコンピュータ産業は遠からず100億ドル産業になるであろうといわれており，これを中心とする情報・知識産業は将来の基幹産業の1つに成長しようとしている。

コンピュータの機能を，1955年と現在とについてくらべてみると，大まかにいって，大きさで10分の1，コストで300分の1，速度で200倍となっているが，これが将来さらに高性能，低コスト化するであろうことは，図2のディーボルト・グループの報告にも明らかなとおりである。したがってコンピュータが今日の電力や電話サービスなどと同じように手軽に利用できるような社会というものも決して遠い将来のことではないのである。

ところで，情報革命は，計算，制御，通信の3分野における技術革新につきるものではない。それはその根底に，情報科学の成立に導いた1つの科学上の革新を含んでいるのである。つまり，その根底には，生物系，人間系，機系械，ならびに社会系における情報現象を科学的にとらえようとする新しい，革命的な試み——1つの科学革命——が横たわっているのである。情報科学は通常，機械系，生物系および人間社会系における情報の生成，伝達，改造，蓄積，利用についての一般原理に関する科学として定義されている。それは情報理論の建設，情報現象の解明，情報技術の開発の3つの構成部分をもっている。そして，情報科学はまさにその学問の性格と対象とからして，自然科学，社会科学の全分野に，はかりしれない大きな影響を与えてあるのである。

情報革命はまた，このような科学革命としての性格と同時に，社会における組織革新としての性格をその不可分の要素としてもっている。社会組織は社会的コミュニケーションの存在を抜きにしては考えられない。″シン

ボルを操作する動物″ animal symbolicum としての人間は，言語による情報と知識の伝達と知識によって，はじめて社会組織を形成する。社会的コミュニケーションのネットワークは個人や集団を1つの社会組織に結びつける binder の役割を果たしているからである。したがって，情報革命は社会組織をなりたたせているところの社会的コミュニケーションの分野に根本的な変化を引き起こすことを通じて，組織体の革新を必然的にもたらさざるをえない。このように，情報革命は①技術革新，②科学革命，③組織革新の少くとも3つの側面をもつものとして総合的に把握されなければならない。情報革命を第二次産業革命という視点からみる見方は，これを主として①の技術革新の側面のみから限定的にみる見方といってよいであろう。ここでは，情報革命をこの3つの性格の複合体として考えていくことにしたい。

## 組織革新

昨年の10月，日本生産性本部と日本電算開発協会が組織した訪米ＭＩＳ（Management Information System 経営情報システム）使節団は，約3週間にわたって，アメリカの代表的企業，民間研究機関，国防省や予算局などの政府機関における情報革命の進展状況の視察を行った。この使節団がワシントンで開いた最終団員評価の席上，団長の野村証券会長奥村綱雄氏が述べたつぎの言葉は視察を終えた団員全部に共通した実感だったように思われる。「……見えざるひとつの革新が企業内においても，国においても，その他社会万般の問題にひそ

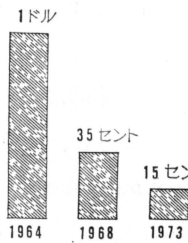
**図 2　コンピュータの機能の推移（ディボルド・グループの報告より）**

### ①　ＭＩＳに使われる金額が増大する

アメリカにおける普通の規則の例。
10年間に2倍以上。

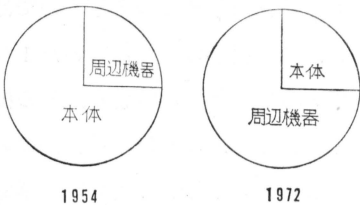
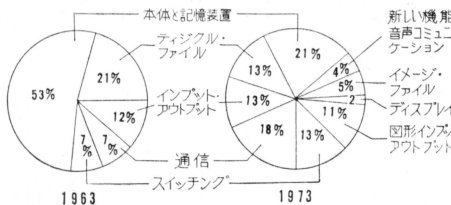
| 1964 | 1973 |
|---|---|
| 375万ドル | 840万ドル |

### ②　同じ仕事に対するコストは激減する

標準的作業の処理に要するハードウエアのコスト。

### ③　多様な「機械家族」に発展する

標準的なコンピータ・システムにおいては，1954年には，その価格の4分の3を本体が占めていたが，1972年には逆に周辺機器が4分の3を占めるようになる。

1954

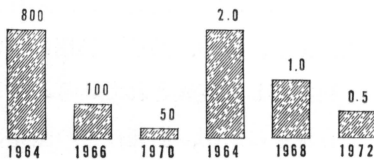
1972

情報処理機器のコスト比率（製造工業における標準的企業の場合）＝コンピュータは新しい仕事をするようになる。処理方式が改善されるにもかかわらず実際の費用支出が大きくなる理由の1つがここにある。

### ④　速度が増大する

アクセス・タイム（呼出し時間）を除いた標準的加算時間（ナノセカンド）

| 1964 | 1966 | 1970 |
|---|---|---|
| 800 | 100 | 50 |

標準的アクセス・タイム
サイクル・タイム
（マイクロセカンド）

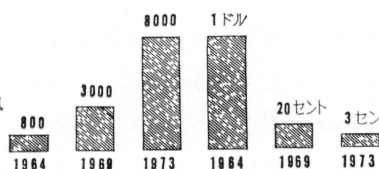
| 1964 | 1968 | 1972 |
|---|---|---|
| 2.0 | 1.0 | 0.5 |

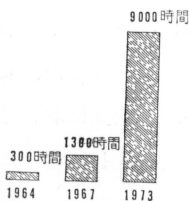
ナノセカンド＝0.000000001 sec。マイクロセカンドの1000分の1。

### ⑤　性能が向上する（磁気テープの例）

記録密度（1インチ当りビット数）

| 1964 | 1969 | 1973 |
|---|---|---|
| 800 | 3000 | 8000 |

記憶された情報の単位風当りコスト

| 1964 | 1969 | 1973 |
|---|---|---|
| 1ドル | 20セント | 3セン |

### ⑥　信頼性が高まる

微小化回路における故障と故障の間の標準的時間間隔。

### ⑦　イメージ・ファイルが発展する

イメージ・ファイルの新分野
高速度図形データ伝送
古い設計図を自動的に新しくする。あるいは新しい設計図の下図（ライトペンによる設計の自動化）
必要に応じて出されるパターン，写真から直接作図，デザイン作業の計画的調整
マイクロ・イメージを用いたファイル組職（たとえば電話帳も掌に入るくらいに小さくなる）
書籍の安価な複製（複製もできるし構成しなおすことも自重にできる）

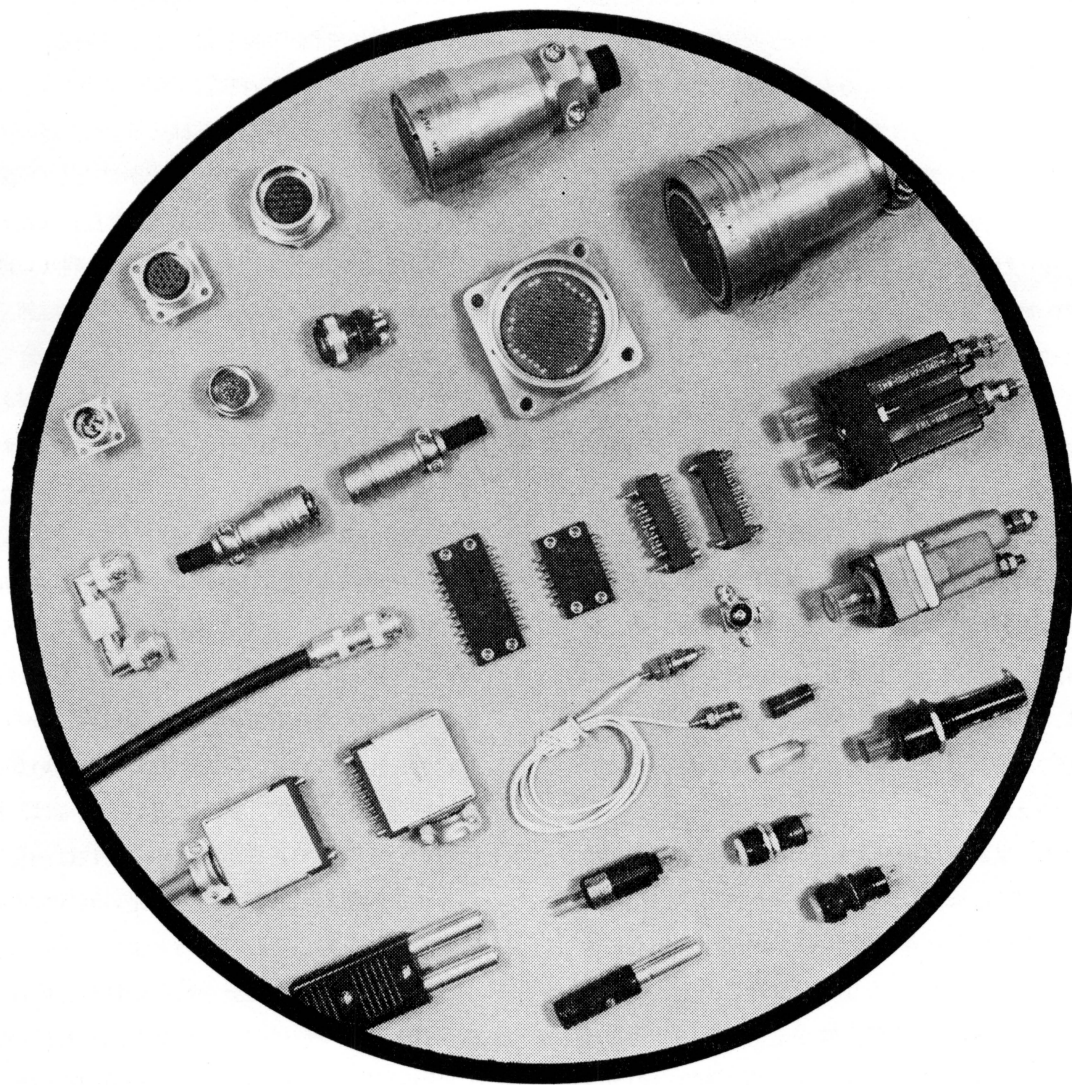
でいる。それがなんであるかを具体的に，体当りでつかんでみようという気持ちが，われわれ団員に共通していた感じではなかったか。‥‥ジェット機ならその変化はすぐ目に映るが，今度のＭＩＳという変化は，知能が中心となって動いているため，なかなか見つけにくい。それだけに，知らないうちに日本の経営が取り残されていたという危険もある‥‥」

こうした実感を使節団に強く印象づけたところの，アメリカ社会の″見えざる革新″の実情はいかなるものであろうか？　たとえば，ウオール街にあるチェース＝マンハッタン銀行の地上60階，地下５階の巨大なビルには地下の３，４階にわかれて世界最大といわれるコンピュータ室があって，数十台にのぼるコンピュータが，驚くべき数の小切手を即日で処理している。ニューヨーク市を離れること１時間，アーモンクにあるＩＢＭ本社のコンピュータ室では，昨年12月から開通したという太平洋・大西洋海底専用電話回線を伝って，日本やヨーロッパの販売情報が刻々と本社に伝えられてくる。また，ニューヨークにあるアメリカン航空本社の情報管理室の壁には「管理板」が張りめぐらされ，前日の航行記録その他が一目瞭然とわかるようになっている。中央におかれたテーブルをはさんで，社長を含むトップ・グループが毎朝10分の会議を重ね，コンピュータが報告する例外情報(定型的な作業をはずれた例外ケース)の検討を中心に，次々と判断を下していく。こうした動きは，企業のなかだけにとどまらない。予算局，航空宇宙局，国防省をはじめとして，官庁全体をあわせると，約2,600台のコンピュータが経済的，社会的，政治的情報の処理に利用されているのである。

このような，アメリカ社会内部での静かな革命について，同使節団に加わったソニーの井深大氏は，「私が非常に印象深かったのは，ＭＩＴ（マサチューセッツ工科大学）で出た話で，これはウィーナー博士（注　サイバネティクスの創始者）あたりから出た思想だと思うが，エンジニアリングという考え方を，今後は政治とか，社会生活，あるいは世の中の現象一般に適用していかなければならなくなったということ，そこに私は非常に面白さを感じた」と語り，同じく，日本電算開発協会の平田敬一郎氏も「‥‥こういう問題に対するアプローチの仕方がテクノロジーの考え方で貫かれようとしている。単に工場の運転とか機械の設計などでなく，企業のマネジメント全体が，テクノロジカルな頭でアプローチしていって能率のいい経営を実現しようとしている。たびたびシステム・アナリシスという言葉が使われていたが，なるほどシステム・アナリシスとはそういうものかということを感じた。そういうアプローチがひとり企業の経営だけではなくて，社会開発，都市開発問題，政府や国防の経営，行政にまでグローバルに適用するという考えが大げさにいえばアメリカの産業社会に″びまん″している」とその感想を述べている。

アメリカ社会内部で進行するこの″見えざる革新″は，なによりもまず１つの組織革新として把握されなければならないであろう。かつて，梅棹忠夫氏は，社会組織体の発展に発生学的概念を適用して，①農業の時代＝内胚葉産業の時代，②工業の時代＝中胚葉産業の時代，③情報の時代＝外胚葉産業の時代というアナロジーを提起したことがある。このアナロジーによると，農業社会にあっては生産されるものは基本的に食糧であり，人間は動物的な生存の必要，つまり「食う」ということに追われていた。ところで「食う」という機能は，消化器官系にかかわることであるから，この時代は消化器官系を中心とする内胚葉諸器官の機能充足の時代であり，その意味で，これを内胚葉産業の時とよぶことができる。

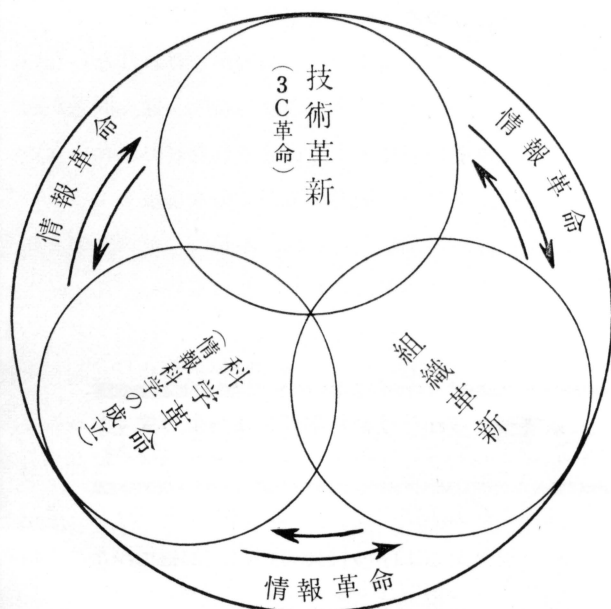
これに対し，工業社会を特徴づけるものは，各種の生活物資とエネルギーの生産であり，それはいわば人間の手足の労働の代行であり，より一般的にいえば，筋肉を中心とする中胚葉諸器官の機能の拡充である。その意味でこの時代を中胚葉産業の時代とよぶことができる。

最後にくるものは，いうまでもなく，外胚葉産業の時代である。外胚葉諸器官のうち，最も著しいものは，当然脳脊椎神経系であり，あるいは感覚器官である。脳あるいは感覚器官の機能の拡充が，この時代を特徴づける中心的課題である。このように，生物学は有機体とのアナロジーで社会有機体を考えるとき，現代の組織革新の特質は，社会有機体の外胚葉諸器官の機能の発達に主導されて引き起こされつつあるものとみることができよう。このように社会有機体はその成長の過程で，組織革新を繰り返しながら，その構造を高度に複雑化し，その

代謝機能を活発化していくとともに，この複雑化した代謝機能を効果的に制御するための高度の制御機能をその組織体内に形成していくのである。

## 社会的コミュニケーション機能の発達

社会組織体における外胚葉諸器官の発達は，社会的コミュニケーション機能の発達として，具体的にあらわれる。地球の進化は約50億年の歴史をもっている。この歴史を通じて，地球上の進化は，①非有機的セクター，②有機的＝生物学セクター，③精神的＝社会的セクターの3つのセクターにおいて，順次前のセクターを基礎として進められてきた。第1のセクターから，第2のセクターが生まれる転換点をなすのが生命の誕生——自己増殖的な物質組織の成立——であり，第2のセクターから第3のセクターが生まれる転換点をなすものが，人間によるシンボル言語の獲得，概念的思考，文化による経験の一般化，蓄積，伝達など，人間の社会的コミュニケーション・システムの形成であった。

社会的コミュニケーションのシステムは非常に有効かつ柔軟性をもつものであったために，人類はそれを通じて自然に対する支配権を着々と確立し，「地球の王者」となった。この社会的コミュニケーション・システムの発達の過程で注目すべきことが5つある。

図 3

その第1は，このシステム内部における知識と情報のストックの累積的増大である。第2は，この過程で，知識や情報の生産，流通，蓄積などの仕事にたずさわる人間の数がこれまた飛躍的に増加していることである。第3に，情報処理能力の増大，第4に，コミュニケーション・メディアのなかで電気的メディアの占める比重の増大がある。いうまでもなく，人間の中枢神経系は経験を一般化してプールし，統合し，伝達する電気的システムであるが，いまや各個人のこの電気的網状組織は各種の社会的コミュニケーションによって相互に連結されて，一つの地球大のネットワークとして完成されようとしている。このことは社会的コミュニケーションの成長の歴史のなかで重要な意味をもつものであるといわなければならない。そして，最後に，社会的コミュニケーションのこうした量的，質的変化の総合的結果として，社会システムはみずからの進化過程についての自己意識をもつに至ろうとしているといってよい。

人間のシンボル能力獲得以来，人類の社会的コミュニケーション・システムは長いあいだ必ずしも明確な自己認識をもたず，いわば認識上の幼年期を過してきたということができる。この間，人類はたしかに言語を使用し社会的コミュニケーションを行なってきたが，言語やコミュニケーションの本質についての科学的認識を欠いていたために，その状況はあたかも幼児たちが言語を使用しながらなお明確に言語の構造と機能を知らず，はっきりとした自己意識をもつに至っていないさまにも似ていた。情報現象についての科学は認識をもったことによってはじめて，人類は意味論上の混乱に満ちた，思考と行動の幼年期を脱し始めたことになるといえよう。

このような社会的コミュニケーション・システムの発達の現段階を象徴するものに，いわゆる情報産業の発達がある。情報産業，あるいは知識産業を「なんらかの情報を組織的提供する産業」として一般的に規定することにすれば，それは，①教育，②研究・開発，③コミュニケーション，④情報機械，⑤情報サービスの5つに分類することができる。**別表**は，プリンストン大学のF・マクループが1958年のアメリカ経済のなかで情報，知識産業が占めている比重について行なった推計結果を見易くまとめたものである。これによると，同年の情報・知識産業

別　表

| | | |
|---|---|---|
| 教育 | 60,194(単位:100万ドル) | (44.1%) |
| 研究・開発 | 10,990 | (8.1%) |
| コミュニケーション | 38,369 | (28.1%) |
| 情報機械 | 8,922 | (6.5%) |
| 情報サービス | 17,961 | (13.2%) |
| | 136,436 | (100%) |
| 政府支出 | 37,968 | (27.8%) |
| 企業 〃 〃 | 42,198 | (30.9%) |
| 消費者 〃 〃 | 56,270 | (41.3%) |
| | 136,436 | (100%) |
| 最終生産物(投資・消費) | 109,204 | (80%) |
| 中間生産物(現行価格) | 27,232 | (20%) |
| | 136,436 | (100%) |

(F. Muchlup, The Production and Distribution of Knowledge in the United States, Princeton, 1962, pp.354〜357)

の総生産額は1,360億ドルに達するが，これは同年のアメリカGNPの約29パーセントに相当することになる。

しかし，ここで注意しておかなければならないのは，社会の情報化は，単にここに挙げた産業分類のなかに含まれるような産業部門の発達に限られるものではないということである。ここに挙げられた5つの部門以外のすべての産業組織内部において，情報革命の影響が進展している。したがって，この動向を把握するには産業部門別のアプローチだけでは不十分で，職業別アプローチがとられる必要がある。この点はここで立入る余裕がない。



## 学習する社会と社会工学

情報革命を通じて，ある意味では，われわれは社会システムを，多くのサブ・システムからなるところの，巨大な学習機械とみなすような見方をもつようになってきている。情報現象の科学は分析，合理的な情報システムの設計とそれにもとずく予測，計画，管理の発展，つまり，合理的な社会選択の最大の利点は，それが経験のより効果的な蓄積と利用，学習と適応を可能ならしめるということになる。社会的コミュニケーションの発達を通じて，人間は知性により進化の過程に介入するようになった。このことによって，われわれは可能性の範囲を大幅に拡大したということができるけれども，しかし，進化がエラーの繰返し，試行錯誤によって行なわれるという基本的事実には変わりがない。したがって，われわれは経験から，もっともよく学習しうるような社会システム，極端なハンチングを引き起こすことのないようなフィードバックの機構を社会組織体のなかにつくりだす必要があるのである。すぐれた学習計算機にとっては，少くとも次の3つの条件が要求されるであろう。

第1に，実験を速く行なう能力がなければならない。

第2に，通信チャンネルの反対時間が速く問題が起こったときにその情報がすぐ伝達されなければならない。

第3に，エラーの検出装置が十分な感度をもっていて誤った操作が早期に発見され，本格的な被害を引き起こさないうちに調整がなされねばならない。

このようなすぐれた学習機械として，社会システムを発展させていくためには，情報科学の新しい展開とそれに基礎づけられた社会科学の革新が不可欠である。とくに組織革新の進展と関連して重要な分野は，各種の社会的技術を社会工学の方向に発展的な体系づけること，とりわけシステム工学の社会的問題へと適用のための研究開発を急速に促進することであろう。

# やさしい電子計算機用語—解説13

小沢暢夫

**バイナリー・マーク・カード**(Binary Mark Card)

2ケタのパンチ・ポジションのところに1ケタのマークでしるすマーク・カードは，カード設計いかんによって，バイナリー・マーク・カードとなる。80欄（ケタ）カードは1ケタに12のパンチ・ポジションがある。80欄×12パンチ・ポジション＝960であるから，パンチ・ポジション960ヵ所になる。2パンチ・ポジションが，1マーク・ポジションであるから，カードの表と裏を使えば，960ヵ所のマークするところが得られる。このマーク・ポジションを電子計算機のプログラムで，あるコードとして約束できる。そうすれば960の項目（アイテム）がコード化されると，960項目のデータを盛ることができるわけである。このように多数のデータを盛れるので，サウザンド・コラム・カード（Thousand Columns Card）ともよばれている。

さらに，このカードのよいところは，固定項目をカードに事前印刷しておけば，コード・ブックから対応するデータ・コード番号をいちいち記入する必要がなく，カードに印刷してある該当の項目にマークするだけで，電子計算機がマークの項目に対応するコードに変換してくれるので，ミス・コードの心配がない。

たとえば，**図1**の表の取引先の項目に「三菱」「丸紅」「日商」……など取引先名がマーク・ポジションに印刷されているが，この該当個所にマークするだけで，取引先のコードがしるされることになる。(**図1**の裏はマークの組合せで変動項目である数量が記入できるようになっている。たとえば，412,456をマークするには，40万1万　2千4百　5拾　4　2などの7ヵ所のマーク・ポジションにマークすればよい。バイナリー・マーク・カードでないならば，このように6ケタの数字であれば，6ケタのマーク・ポジションが必要であるが，これでは2ケタのマーク・ポジションですまされている。

**ナラグラム**

プリパンチ・カードをうまくファイルして，必要なカードをそのファイルからぬきだして，カードの組合せによって処理しようとするものである。ナラグラムを使用

図1　バイナリー・マーク・カード

表　　　裏

する場合，たとえば売上計算処理では，あらかじめカードせん孔機で，次のようなマスター・カードをつくっておく。

① コード番号，カナ文字名など，せん孔した得意先マスター・カード

② コード番号，原価，売単価など，せん孔した商品マスター・カード

③ 数量マスター・カード

これらのプリパンチ・カードは見やすいようにできるだけ細かく見出しをつけたカード・ファイルに整理しておく。

こうして売上伝票がきた場合，

① 伝票をみて得意先マスター・カードを取りだす。

② 次に商品マスター・カードを取りだして，①の上にのせる。

③ 数量カードをのせる。数量１ケタの場合は１枚，２ケタ以上の場合はケタ数だけのせれば，電子計算機内でケタ上りする。たとえば，25個の場合は２と５の数量カードをのせれば25個と計算される。

④ そのほか数量カードと同じ要領で月日，金額などの変動データを加えることができる。このように変動データまでプリパンチ・カードを用いるところに，このシステムのよさがある。

以上で準備は完了する。この①から④までカードの組合せたものを電子計算機に入れることにより，電子計算機の記憶装置内でカードの内容が編集され，計算と同時に完全な納品書か，日計表またはチェック・リストができ，同時にサマリー・カードができる。このサマリー・カードから商品別の売上仕入の日報などがアウトプットされる。使用済の①～④のカードは分類機にかけ，もとのファイルにおさめ，以後必要のたびに繰りかえし使用する。このようにすれば，カードせん孔費用がいらない。これは奈良総一郎氏が開発し，実用新案に登録され，奈良氏の名をとってナラグラムという。

**ポート・ア・パンチ・カード** (Port-A-Punch Card)

カード上のパンチ・ポジション（せん孔位置）にあらかじめ押型によって，パンチ・ホール(穴)の形の傷が，40ケタつけられ，鉄筆のような細いもので，そこを押すと穴があけられるようになった **図2** のようなカードである。したがって，キー・パンチャーというような特定の人がパンチ・カードにせん孔することなく，だれでもがパンチ・カードを作成できるところに利点がある。これはＩＢＭが開発したものである。せん孔を容易にするための **写真1** のような台にカードをそう入してパンチすれば，せん孔かけら（チップ）が，きれいに取れるようになっている。

図2 ポート・ア・パンチ・カード

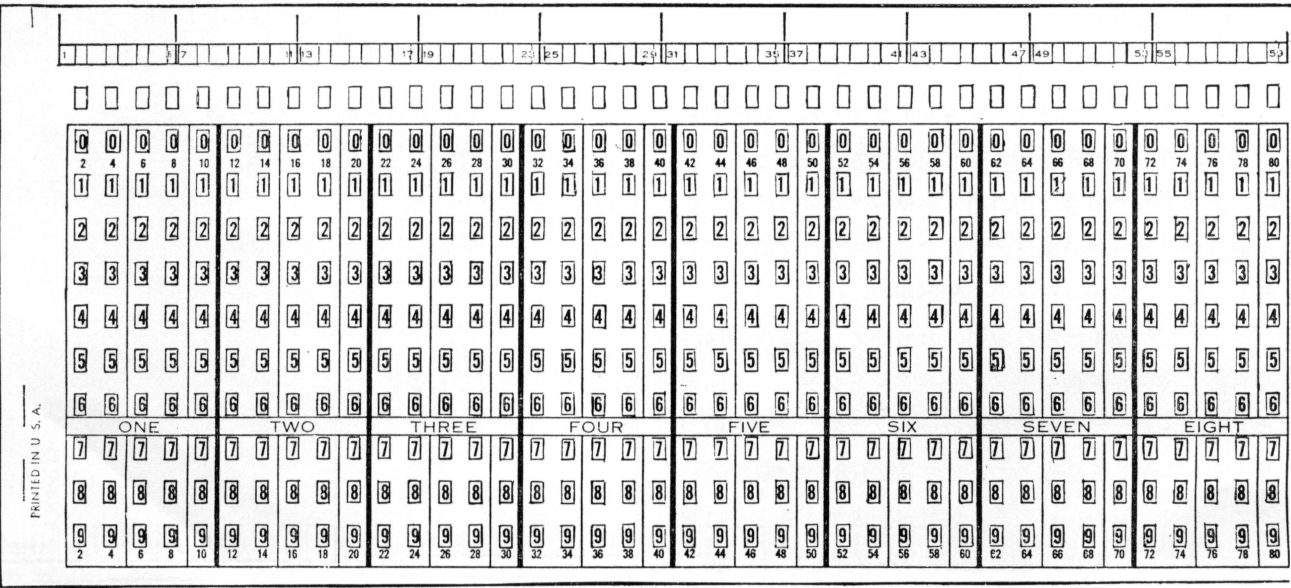
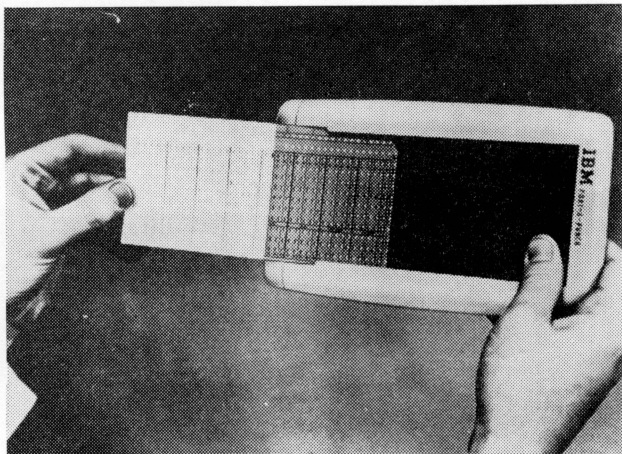



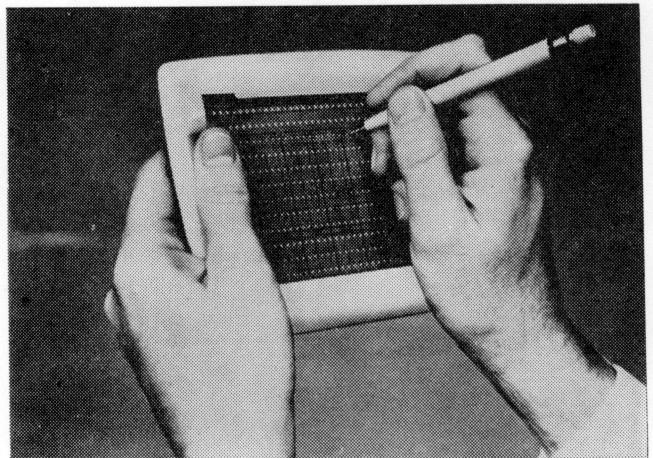
写真1

**レコード** (Sentence)

いくつかの関連のある項目の集まりのことである。たとえば，在庫レコードは，部品番号，出庫月日，出庫数量，出庫先の４つの項目が集まって，１つのレコードをあらわしている。項目は１つの単語であるが，レコードは，いつ，どこで，だれが，なにを，どれだけ，どうしたか，のデータの属性の多元的要素で構成されているセンテンス (Sentence) である。

**ファイル** (File)

同一目的に使用されるレコードの集まりである。

たとえば，在庫レコードの集まりは，在庫ファイルという。ファイルを構成しているレコードが，ある項目について，たとえば部品番号順に並んでいるファイルを，**シークエンシャル・ファイル**(Sequential File)といい，これがランダムに並んでいるファイルをランダム・アクセス・ファイル (Random Access File) という。ファイルは普通記憶媒体をさす場合が多い。すなわち，記録されている媒体によって，**カード・ファイル** (Card File) とか，**磁気テープ・ファイル** (Magnetic Tape File) とか，**磁気ディスク・ファイル** (Magnetic Disk File) などともよばれて，特定の記録をさすものでなく，記憶媒体による一般的なよび方である。

**デック** (Deck)

特定の目的のために集められた，一連のカードの山をいう。

この目的とはプログラムのこともあるし，データのこともあって，それぞれ**プログラム・デック** (Program Deck) とか，**データ・デック** (Data Deck) とかよび，普通これらを総称して**カード・デック**(Card Deck)という。

**ディジット** (Digit)

整数であらわすために用いられる数字である。たとえ

図3

図4　チェック・ビット

ば，10進数の0から9までのなかのいずれかの1字である。通常規定しないときは10進数字である。

**キャラクタ** (Character——字)

10進数字，アルファベット，カナ文字，または特殊記号など，電子計算機が記憶したり，転送したりすることができる記号をいう。**特殊記号**(Special Character)は，たとえば .，＊☆＆／％♯@などである。電子計算機内部ではこれらのキャラクタの意味は，0と1の2進記号であらわされる。**図3**のように，1字は10進数字のみをあらわすには，4ビットで，また数字，アルファベット，特殊記号を含めてあらわすには，6ビットで表現される。

**チェック・ビット** (Check Bit)

パリティ・ビット(Parity Bit)ともいう。キャラクタは**図3**のように2進記号で表現されるが，実際にはもう

一つのビットが加えられる。このビットをチェック・ビットという。

図3でもわかるようにキャラクタは1か0のビットで構成されている。これら1字を構成している2進記号の1の数が，奇数個の字もあれば，偶数個の字もある。たとえば，Jは1ビットが2個であるが，Zは1ビットが3個ある。そこで，これにチェック・ビットを一つ加えて，キャラクタを構成するビットの数を常に奇数個か，偶数個かのいずれかにする。奇数個に統一するのであれば，図4のように，偶数個のビットで構成されているキャラクタのチェック・ビットの位置に1をたてて，すべてのキャラクタのビットを奇数個にする。このように偶数か奇数かを検査することを次に述べるパリティ・チェックというのである。

**パリティ・チェック** (Parity Check)

オド・イブン・チェック (Odd-even check) ともいう。キャラクタのビット構成内で，1のビットの数が奇数または偶数であるかをテストすることにより，主記憶装置内でのデータの転送や，外部記憶装置とのデータの転送のとき，誤りがあるかないかを発見する方式である。通常奇数のパリティ・チェックになっており，ビット構成において，奇数でなければ，機械は誤りであると認識する。

**バリディティ・チェック**(Validity Check)

電子計算機が理解できるビット構成になっているかどうかを調べることをいう。つまり，ありえないビット構成のものは，機械は有効 (Valid) なものでないとして，エラーとして認識される。

このほか意味のないデータをプログラムでチェックすることをいう場合がある。つまり，ロジックに合わないものをチェックして，エラーとしてはじきだす。たとえば，単価にはマイナスはありえないので，単価項目にマイナスを発見したときは，バリディティ・チェックでエラーとするなどである。これは機械が自然的にチェックすることはできず，プログラムに組まなければならない。

(筆者は三菱商事(株)事務機械化部次長)

事務機械化コーナー

# レンズ設計・計算に不可欠の電算機

## <東京光学工業>

臼井　健治

### 国産機の開発と同時に

東京光学のコンピュータ導入は，国産コンピュータが開発され出したころ，昭和34年のＬＧＰ—30にはじまった。ＬＧＰ—30は当時日本に４セット輸入され，そのうち２セットはカメラ・メーカーにはいった。東京光学とオリンパス光学である。

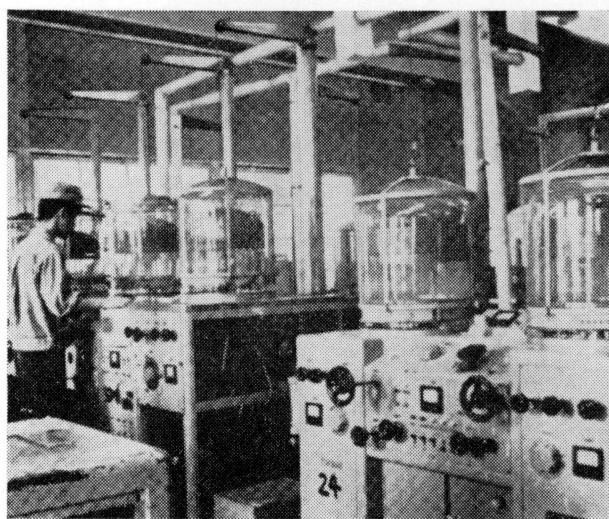
それより前，昭和33年，国産のカメラ・メーカーは共同で日本光学技術研究組合を設立，光学設計計算のプログラムを共同開発し始めた。

コンピュータはOKITAC—5090。一応のメドがつき，34年に共同開発は終了した。各社はこの成果を持ち帰り，いよいよ独自のレンズ設計にはいったわけだが，このときの共同利用によって，その後の光学メーカーには，OKITAC—5090の導入が目立った。

東京光学は39年，コンピュータをＭＧＰ—21に切りかえ，次いで41年12月，TOSBAC—3400を中心機種として導入，ＭＧＰ—21と並設しているが，ほとんどの計算はTOSBAC—3400に頼っている。

光学分野におけるTOSBAC—3400の導入は，東京光学が最初であった。

たちまち，同機のブームが起り，キヤノン，ミノルタ，ヤシカ，マミヤ，オリンパスと導入が続いた。

レンズ設計を行なっているカメラ・メーカーは，ほとんどが，計算内容について明らかにしない。ごく単純な

〝事例発表〟も，まず見られないという。それでいて，各社とも似たりよったりの使い方ではないかともいわれている。たぶん，これが，１号機を１社が導入すると，たちまち，同型コンピュータの導入が続くことの理由ではないかと思われる。

東京光学のTOSBAC—3400は，中央処理装置，コア，８Ｋ語)，磁気ドラム装置（32Ｋ語)，ラインプリンタ（410行／分)，紙テープリーダ（1,000字／秒）および紙テープパンチという構成である。これはカメラ・メーカーの同型コンピュータのなかで，最も小さいシステムだが，そのため磁気ドラムをもっぱらワーキング・エリアとして使用するとか，プログラムを分断して磁気ドラ

ムに入れるなどという，小型システムならではの使い方をしている。

同社は昭和7年の創立，戦前，戦中は測量機械，双眼鏡，カメラのほか，照準眼鏡，観測・測量用光学機械，測距儀，潜望鏡，航空写真機などの光学兵器を生産，戦後は民需用品に転換した。35年3月，東芝と提携し，3億円の投資により，生産設備を増強，電気機器，電気計測器などを加えた。38年4月にはレンズを通った光を測定して露出を決める方式″TTL方式″を開発，製品化に成功した。

現在資本金は1億5,000万円，生産の60%は測定器類が占めている。

## 光学設計の特徴——膨大な計算量

コンピュータをなぜ使うのか，どのていど必要性を認めているのか，使って役に立ったのか，経済性はどうか。

光学設計は，その答が最も簡単に得られるものの一つである。もちろん，すべての答が″イエス″だ。なぜか。コンピュータがあって，はじめて計算できるような，膨大な計算量が，いわば光学設計の特質であり，したがって，この分野におけるコンピュータは，文字通り″計算機″と呼ばれるのにふさわしい。計算の内容そのものは難しいものではなく，単純な計算で量が多い。時間と人手さえ制限がなく使えるものなら，コンピュータがなくとも，計算ができないというものではない。

げんに東京光学は，コンピュータを導入する以前は電動計算機を利用し，それ以前は人手に頼っていた。人手をかけていたときは，50人の女子職員が対数表をにらんで筆算をくりかえした。1人ではまちがいが出やすい。だから一つの計算を2人1組になって行なう。昭和30年ごろ，電動計算機を使って，1人1計算になったという。計算の速度は倍になったが，これではどっちにしろ，要求に応じきれるものではない。レンズ・メーカーが要求するのはレンズ設計そのものであって，計算に人手と時間がかかっては，それだけ，レンズ技術の進歩を阻害する。計算は早いほどいい。膨大な量をスピーディに消化してくれれば，本質的な設計技術の未来に目を向け，取り組むことができる。

これがコンピュータ導入の下地であった。コンピュータ出現以前からの要求であったといえる。

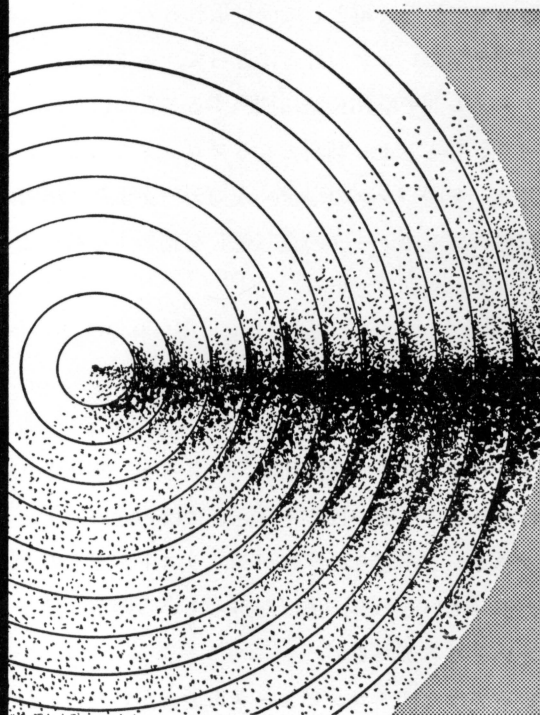
## レンズ設計シミュレーションに活躍

ふつうの科学技術計算と光学技術計算とのちがいは，計算結果の答が多く出る，というところにあるそうだ。一般の技術計算なら，単純に考えて，データをインプットしたら，計算結果は，データより少なく出るのがあたりまえである。結果が少ないから，ときにそれを選択して最適なものを見いだすという理屈も成り立つ。しかし光学計算では，データより計算結果の方が数が多い場合がある。

レンズの設計では，実際に「写されるもの」「写すもの」「写されたもの」と同様の設定をする。被写体の明暗度，距離，レンズの曲り，厚み，色などを数値で表現する。写された像が最も良く出るようにするには，レンズはどのようなものであればいいか。レンズの設計技術者はまず目標値を設定する。コンピュータは，その目標に向って，絶えずシミュレーションをくりかえす。レンズが1枚である場合なら，データは少なくてすむが，レンズが多層であれば，目標値に近づくまでの1回ごとのシミュレーションの結果は多いことになる。目標値に合致するまで追跡するという計算の繰りかえしは，コンピュータのもっとも得意とするところであろう。そこに光学分野で，コンピュータの早期利用の理由がある。

プログラムも，レンズ設計で使用したものを，像の良し悪しを判断するレスポンスの評価計算にも使用できるというある程度の互換性をもっている。自動設計にはいるまでは，比較的容易に使い始めることができたようだ。

東京光学のTOSBAC—3400は，きわめて小規模な構成をとっている。コア・メモリーは8K語，磁気ドラム装置は32K語だが，実際に使ってみて，8K語のコアでは，かなりの無理がある。無理があって使えないというのではなく，むしろ無理にも使っているといった方がふさわしいだろう。

プログラムを分断するということはどういうことか。つまり，プログラムをFORTRANで書いて，150行のものになるとする。一般の科学計算の場合，100行ですむも

のが光学計算では，150行と長くなるのがその特色だという。150行のプログラムは，8K語のコアでは，一度にはいりきらない。8K語で使うには，これを2本のプログラムのような形に切り離してしまう。切り離すには，また別の言語がいる。たとえば，FORTRANでは，切り離した場所で，「ここからここまで」を記憶装置へ入れろ，と書くことはできない。そこで，分断した部分にはアセンブラ（TAP）を使う。長いプログラムを切って磁気ドラム装置に入れないと，ドラムとコアの間がうまくゆかないのである。もっと自由に動かしたい，と思うのが当然で，だからTOSBAC—3400を使っているレンズの設計者は，コアを16K語にふやしたいと考える。

そのうえ，東京光学の場合は，磁気ドラムをワーキング・エリアとして使う。担当者の口ぶりからすると，こき使うというようなものだが，ここには磁気テープ装置がないので，かえって独自の用法を考え出させたらしい。いわば，プログラムとデータは紙テープにたたみこみ，計算は磁気ドラムを徹底的に使うというのである。

コンピュータを使ったから，画期的なレンズが，いきなり開発されたということもないかわり，コンピュータが，はじめて，膨大な計算をかたづけてくれたため，レンズ技術が発達したという。

現在，レンズ関係のプログラムは，ざっと30種。そのうち常用しているのが，2，3種である。とくに上げられるのが，レンズ設計，自動設計，レスポンス関数，多層膜の特性計算，非球面の計算など。

自動設計については昨年，日本光学技術研究組合が取り上げたテーマだが，それとは別にレンズ・メーカーは各社独自のプログラムを作り上げたらしい。自動設計にしろ，光学追跡の手法に変わりはないが，コンピュータのシステム構成などで，もし注文がつくなら，あるいはこの自動設計を押し進めるうえで，新しい要求が出てくることからだろうと思われる。

また，非球面の計算は，ドイツのライツ社がはじめて開発したものだが，レンズすなわち球面であるというものから，新しいレンズを加工する技術まで，コンピュータによって発達している。ズーム・レンズの設計などはまったくコンピュータがなくてはできなかったものの一つである。「コンピュータがあって，はじめてできる」

ということは，「コンピュータがあれば，レンズ技術について，できないことはない」という言葉につながる。

例えば，レスポンスの評価。これはレンズの設計が終わったあと，像の良し悪しの評価に使うものだが，このレンズの性能を表現する関数も，コンピュータがあって，はじめてできるようになったものだ。しかし，問題はおそらく，その先にあるのだろう。レンズの設計技術者にとって，コンピュータが導入されたことは，やっと，研究に必要な設備が採用されたということにすぎない。だから「コンピュータはレンズ設計者の台所用品だ」という表現は，一般のコンピュータ利用者の場合とちがってきわめて自然な表現として受け取れるのである。

東京光学のレンズ設計者にとって，いまほしいものはコア・メモリーを16K語に拡張することのほかに，出力データをもっとよく判断できるプロッタである。レンズ設計は，多層レンズの場合，入力データより，出力データが多い。そのデータの良し悪しを判断する道具としてプロッタが必要だという。

## 設計能力＝電子計算機操作能力

コンピュータを"台所用品"であると，あっさりいいのけられるユーザーは，そうざらにはいないはずだ。プログラミングがどうの，スペシャリストがどうのと，使いたがっているのか，逃げたがっているのか，はっきりしないところがある。

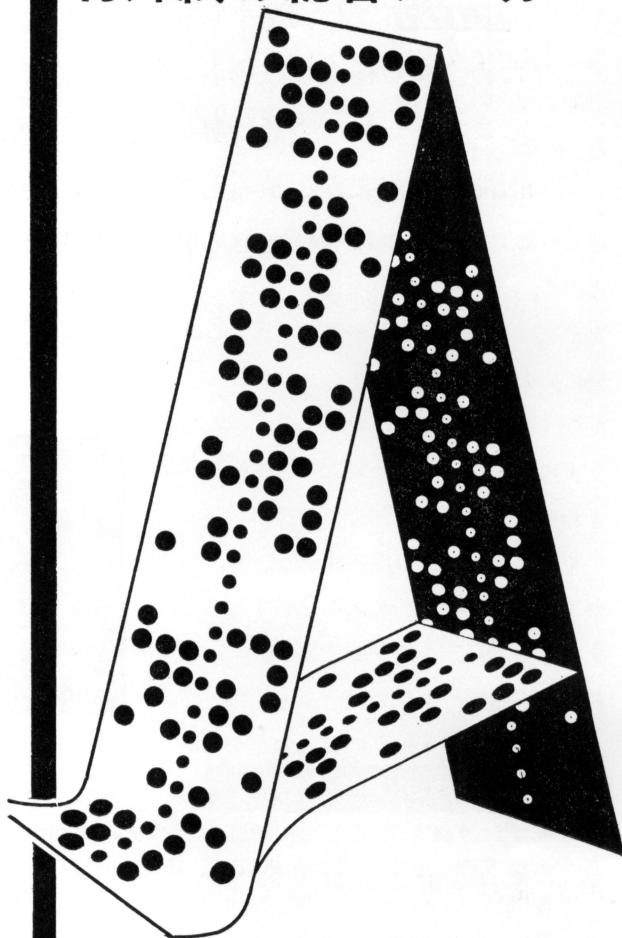
東京光学には，コンピュータ専従者がいない。むしろいる必要がない。コンピュータを利用するのは，レンズ設計のためである。レンズ設計には，コンピュータが不可欠となっている。だから，レンズ設計者にとって，コンピュータが使えないということは，レンズ設計そのものができないということになる。設計能力の一つにコンピュータを使うことが，かぞえられるわけで，設計のために自分でやりたいと思った式を自分でプログラミングする。いわば，設計者のほとんどが，オープン・プログラマーであるということになる。

もちろん，設計のテーマは各人別々で，測定機器のレンズ，カメラレンズ，理化学機器のレンズなど，多岐に分れている。設計の手段，つまりコンピュータを使う方法は同じだが，入力データは紙テープに，技術者A，B，Cの別に，それぞれAテープ，Bテープ，Cテープを持っておく。技術Aがコンピュータ室に来れば，Aテープを入力する，BならBテープをという具合に，1本ずつ別々にかける。これを何本かまとめてかけようと，一時7～8人分をためたこともあるそうだが，いまはやめている。なぜか？データは1人分1本がマキシマムで350個ぐらいになる。それだけの量はとっておく必要がある。仮りに5人分をためると1,750個で，これではプログラムの入る余地がない。

東京光学のコンピュータは，磁気テープ装置がないことと，コアの容量が8Kという少ないものであるため，プログラムの分断などという，"曲芸的"な使用法をとっている。これが経済的であるのかどうか，利用上，効率的かどうかは，レンズ設計者兼プログラマーであるレンズ設計技術課の人にも，はっきり断言できそうにない。

一つだけ，経済的だといえるのは，コアが8K，磁気ドラム32K，ラインプリンタ，紙テープパンチ，紙テープリーダだけというシステム構成だから，レンタル料が安い（約120万円）ということだ。しかし，多少レンタル料が高くなっても，この"曲芸"をやめる方が，より効率的だとする考えもあるだろう。逆にまた，システム構成は極力最小限におさえ，プログラミングの段階でくふうを加えることがなければ，真にコンピュータの効率利用とはいえないと考える人にとっては，この東京光学の使用例が，参考になるかもしれない。

## コンピュータを生かすレンズ・メーカー

東京光学にTOSBAC—3400を入れた東芝電子計算機事業所の話では「レンズ・メーカーは，とにかくコンピュータがなくては設計ができない。だから役に立っていることは，はっきりしている。ソフトウエアも，メーカーより進んでいる。これまで使っていたコンピュータのソフトウエアを，そう難しい手間をかけないで，ちょっとした手直しで，すぐ使える。ほとんどFORTRANだけだし，やってる計算はどのレンズ・メーカーも同じようなものです。ところで，TOSBAC—3400はレンズ・メーカーの大半を……」

大ざっぱな話だが，いってしまえば，これだけのことにちがいない。ソフトウエアはコンピュータ・メーカーより進んでいるのも確かだ。33年，34年に日本光学技術研究組合で共同開発したプログラムからはじまり，東京光学の場合なら，ＬＧＰ—30，ＭＧＰ—21と，コンピュータの使用経験が長く，ソフトウエアの蓄積もある。

だが，それですむか，という問題は別である。

たとえば「ＩＢＭはベーシックなプログラムがあるといっている。どこか大学の光学研究所と共同研究して開発したという。市場が小さいという事情はわかるが，せめてベーシックなものがあれば，あとのことは，もちろんこっちでやるけれども……」ということになる。

もっとも，コンピュータ・メーカーが光学関係のプログラムを開発するとなれば，光学メーカーから設計技術者を引き抜くことになりかねない。それでは光学メーカーにとってミもフタもなかろうし，その上，いまさらベーシック・プログラムを提供してもらうまでもないのである。

どの光学メーカーにしろ，プログラムがそろっているからこそ，ハードウエアをどこか１社が使ったというだけで，同型のコンピュータを競って導入することになる。

東京光学でも，ハードウエアについては，ほとんど，なんの不満もなさそうだ。国産コンピュータであるというので最初は多少どうかと懸念したが，思ったよりいいし，使いやすいという。

TOSBAC—3400は，コアのアクセス・タイムが，0.6マイクロセカンド，0.8マイクロセカンドと，早いので有名になったコンピュータだが，東京光学のは４マイクロセカンドのものを使っている。

これは，レンズ設計技術者がそれぞれ紙テープの入力データをコンピュータにかけたりする使い方では，それほどコアの早さを必要としないためかもしれない。

しかし，例えば日本光学技術研究組合が昨年つくり上げた自動設計のプログラムが，一度メモリーに納めておくという手順になっているため，このままスムーズに使えないなどということがあっては，コンピュータに手間をかけるだけ損ではないか。

もちろん，この場合は使う必要もなかったわけだし，効果的にも良くないが，独自の開発を迫られるだけに，苦労も多そうな気がする。

ビジネス講座

# ビジネスマンの電子計算機

## 生産管理の機械化

服部 安晴

"生産管理の要諦は材料を制するにある" といわれている。材料を制する道は，生産資材の購買管理と在庫管理が，その第一歩である。

前回の購買管理事務の機械化に引続き，今回は，生産資材の在庫管理事務の機械化をとりあげてみよう。

### 1. 在庫とは

工場の材料置場の片隅に乱雑に積まれた鋼材が雨ざらしになって赤サビになっていたり，工場の倉庫内に積まれた原材料や中間製品が，ほこりをかぶって，ここ2，3年動かされずに，放置されているような状態をよく見かける。

これらの品々は，それが生産資材であれ，製品であれ，すべて資金の変形である。これらの在庫品を金額的に表わして，例えば，5億円あるとすれば，10%の金利だけを考えても，5千万円の費用がかかっていることになる。もし，これらの在庫品をうまく管理して，その在庫量を20%少なくしたとすれば，在庫金額は4億円となり，その金利は4千万円となる。金利だけでも1千万円の節約である。

在庫とは，資材や製品という仮りの姿をとったカネである。昔はその大きさが富裕のシンボルであったが，今日では，その大きさのために破産しなければならないであろう。

ところが一方，このように経費のかかる在庫も，使い方によっては，経営のための良薬となることができる。

例えば，ゆとりのある資材の在庫が生産の流れをスムーズにし，生産性をあげるのに役立つし，また，資材の大量購入は，製造原価の引下げにもつながる。また，商品の販売に当っては，在庫不足による売れ損じの防止および顧客へのサービス向上ともなりうる。

所詮は，取扱う資材，製品または商品の特性に応じて，在庫しない方が有利か，した方が有利か，在庫するとすれば，何を，どれだけ，いつ購入すればよいかなどをきめねばならない。

生産資材の在庫管理の理想としては，あくまでも，生産の流れをスムーズに維持することを前提として，在庫をゼロにすることである。

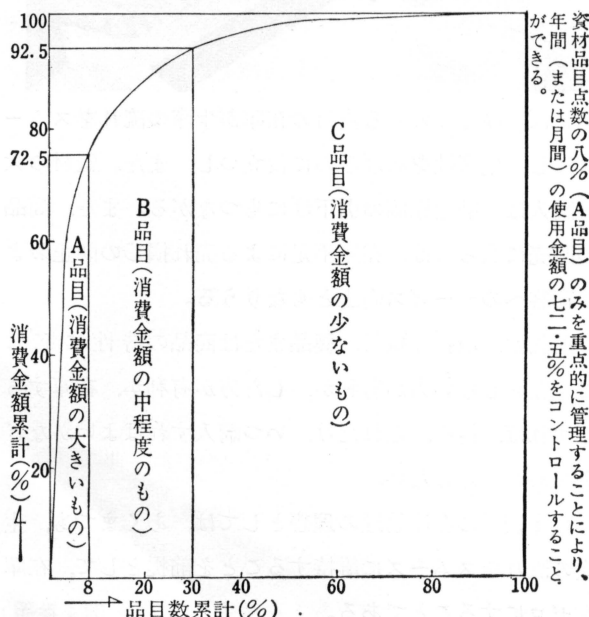
## 2. 在庫管理のしくみ

(1) 在庫品目管理区分の設定……ABC分析

それが生産資材であれ，製品であれ，すべてに同じ管理の努力を投入するのは，ムダであり，またムリである。価値の大きさに対応した努力の投入を考えねばならない。1951年，アメリカのGE社で開発されたABC分析は，品目の価値に応じた在庫管理方式を考えるために有効な技法である。この分析によると，一般に，年間または月間における消費または出荷金額の72.5%は，全品目のうちの僅か8%の品目で占められているという。

すべての在庫品目を，年間または月間の消費（または販売）金額の大きいものから小さいものへの順序に並べて，各品目ごとに金額累計，および品目数累計のそれぞれ総消費金額，および全品目数に対する比率をグラフに**図1**のように，ABCの3グループに区分するとすれば（必ずしも3つに区分しなくてもよい。ABCの2区分でもよいし，ABCDEの5区分でもよい）それぞれのグループにたいして，どの程度の管理をすべきであろうか。

A＝厳重な管理をする。

**図1　消費金額分布曲線の一例**
**資材品目点数の8%（A品目）のみを重点的に管理することにより年間（または月間）の使用金額の72.5%をコントロールすることができる**

B＝普通程度の管理をする。

C＝ほどほど適当な管理に止める。

**図1**は，消費（または販売）金額の大小による分類であるが，このほか使用（または出荷）頻度による分類，在庫回転率による分類などによって，在庫品目の特性を分類し，その特性に応じた管理区分を設けることが，在庫管理の第一歩である。

次に，各品目の管理区分に適した在庫管理方式を考えることである。

(2) 在庫管理方式の決定

在庫は，出庫，使用，販売などの形で消費されているので，一方ではこれを補充しなければならない。この補充（注文）のやり方は2つに大別される。

① 必要なつど必要なだけ（引当品，特注品）

② ある程度まとめて購入し在庫しておく（常備品

①の方式をつど注文方式といい，②の方式をさらに大別して次のようにいう。

イ 定期注文方式

ロ 定量注文方式

①のつど注文方式は，常時在庫しないで，必要なときに，必要な量を購入する方式で，倉庫在庫はほとんどゼロに近くなる。この方式は，金額的に在庫するには高額で，容積が大きすぎる品目，必要な量がすぐ入手できる品目，将来の再需要が予知できない品目などに効果的な方式である。

②のイ 定期注文方式は，定期的に所要量を注文する方式で，金額的に高額な品目で需要変動が大きく注文量をそのつど検討しなければならない品目に適している。

②のロ 定量注文方式は，注文点まで在庫が減少したら一定量を注文する方式で，金額的には比較的低額な品目に適し，簡易にしかも自動的に注文できる方式である。この方式は，さらに次の2つに大別される。

- 注文点法
- 複棚法，包装法，目盛法

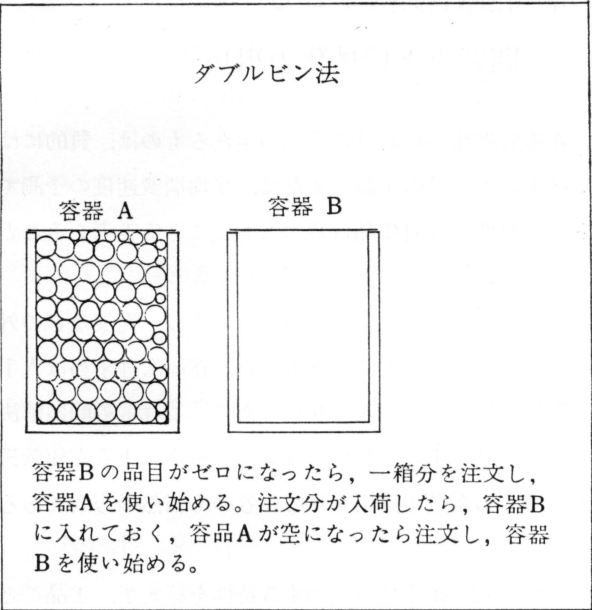
㋑の注文点法は，在庫管理をコンピュータにやらせる方式であり後述する。

㋺の複棚法(ダブルビン法)，包装法，目盛法は，いずれも目でみる管理で，補助材料や消耗品などの金額的に低額な品目に好適な管理方式である。（**図2参照**）

図2

ダブルビン法

容器 A　　容器 B

容器Bの品目がゼロになったら，一箱分を注文し，容器Aを使い始める。注文分が入荷したら，容器Bに入れておく，容品Aが空になったら注文し，容器Bを使い始める。

以上をまとめると，前記ABC分析により，対象在庫品目の特性に応じた在庫管理方式の組合せは，一般に次のように考えられている。

A品目　……　定期発注法

B品目　……　注文点法

C品目　……　複棚法

では，次にB品目に対する注文点と注文量は，どのようにして求めるかを考えてみよう。

(3)　注文点のきめ方

在庫と注文との一般的な関係は**図3**のとおりである。

定量注文方式はこのように，在庫量が一定水準（注文点）まで下がったとき，一定量の注文をし，その注文品が入庫されるまでの期間（調達期間）中に，品切れが起こらないように，安全在庫をもとうとするシステムである。

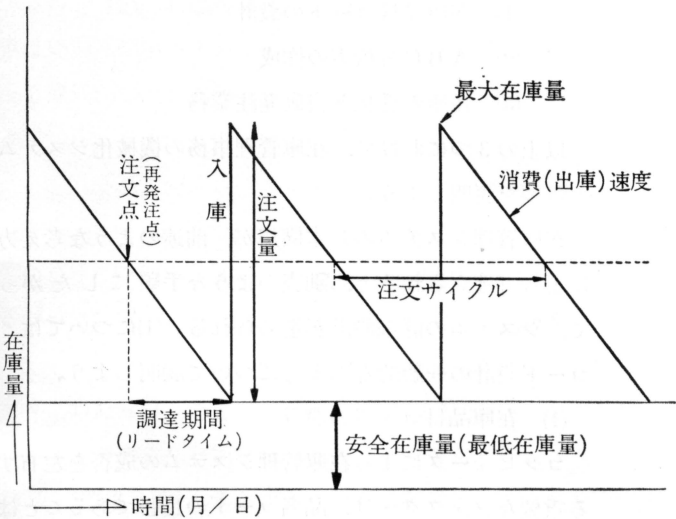



図3　在庫と注文との関係

このシステムでは，注文時の調達期間が常に一定で正確に入荷し，また，毎日の需要量も予定どおりであれば，安全在庫は不要になる。このときの注文点は，調達期間中に発生する需要量だけでよいことになる。

しかし，現実には，調達期間や毎日の需要量はマチマチであり，予測が困難である。したがって安全在庫が必要になる。この関係を式で表わすと次のとおりである。

注文点＝調達期間中の平均需要量＋安全在庫

この式をもう少し詳しく書くと，

$$注文点=T\times D+\alpha\sqrt{T}\sigma D$$

ただし　$T$：最大調達期間（月単位）

$D$：1ヵ月の平均需要量

$\alpha$：安全係数

$\sigma D$：月間需要のバラツキ

安全係数 $\alpha$ は，安全在庫をきめる係数であり，物品の重要度によって異なるが，常備在庫品の場合，一般に1.2～1.65が経験値として使われる。この係数$\alpha$を1.65とした場合は，大体100回の発注のうち5回くらいしか不足しないことを意味している。このような係数は実験してみて，その対象物品に適合するように$\alpha$の値を求めてゆくことが必要である。

需要のバラツキ$\sigma D$は，需要の変動の大きさを表わすもので，需要量の最大値と最小値との差に，その資料の大きさによって決められたある係数を乗じて求める。

例えば，需要量が1月　120

2月　150

3月　140　　とすれば

$$\sigma D=(150-120)\times 0.5908$$

$$=18$$

| 資料の大きさ | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
| 係　　数 | 0.8862 | 0.5908 | 0.4857 |

（水野幸男著，ORによる在庫管理入門参照）

(4)　注文量のきめ方

経済的注文量は，購買費と在庫費との関係（**図4参照**）

から，その和が最小になるように求められねばならない。

図4　在庫費と販売費との関係

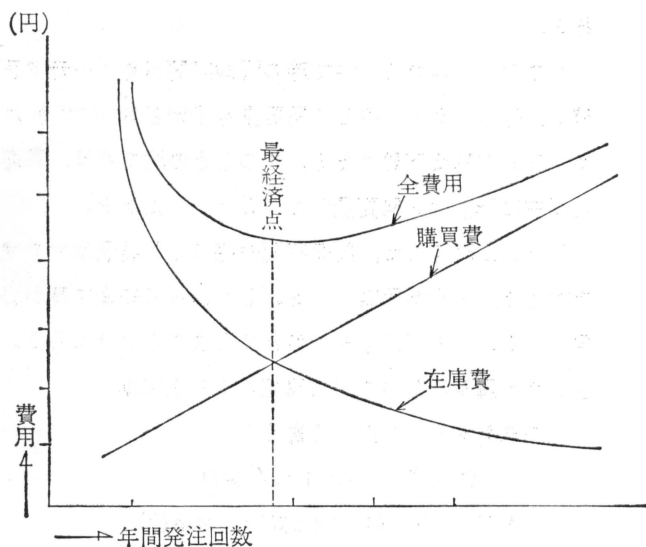



**図**4は，次のようなことを示している。

注文量を少なく，発注回数を多くすると，購買費は増加する。注文量を大きく発注回数を少なくすると，発注に要する費用は減るが，平均保有量は増加し，それに伴う費用，例えば金利，倉庫料，保険料などは増加する。

したがって，経済的注文量（ＥＯＱ）は，かかる費用の総和がいかなる点で最小になるかによって決められる。

$Y$：年間発注回数により変化する総費用

$Q$：注文量

$D$：年間需要量

$a$：１回当たり購買費用

$i$：在庫費用年率（在庫金額に対する割合）

$C$：単価

とすれば

$$Y=\frac{Q}{2}\times C\times i+\frac{D}{Q}\times a$$

在庫費用　　購買費用

**図**4から，$Y$を最小にする$Q$を求めるため，

$\frac{Q}{2}\times Ci=\frac{D}{Q}\times a$とおくと

$$\frac{Ci}{2}=\frac{Da}{Q^2}$$

$Q=\sqrt{\frac{2Da}{Ci}}$となる。

## 3．在庫管理における問題点と機械化の狙い

在庫管理事務における問題の主たるものは，質的には不確実な需要量の予測，または，平均消費速度の予測であり，量的には対象品目数の大きさであると考えることができる。

企業競争の激化，企業そのものの成長・発展などの外的，内的条件の複雑化にともない，在庫管理事務は人手の限界を越えたものとなりつつある。これらの問題解決の最も有効な手段として，コンピュータによる在庫管理が，多くの企業で採用されているのも当然の方向であろう。

すなわち，在庫品の変動する特性を絶えず，１品ごとにきめ細かく管理させ（ＡＢＣ分析表の作成），また１品ごとの注文点および経済的注文量を計算させ，適時適切な在庫補充事務をコンピュータにやらせることによって，生産性の向上はもとより，次のような効果を狙うことができる。

① 在庫量の減少

② 在庫費用の減少

③ サービス率の向上

④ 品切れ損の防止

## 4．機械化システムの概要

(1) 在庫品目コードの設計

(2) ＡＢＣ分析表の作成

(3) 在庫の受払と自動発注業務

以上の３つにわけて，在庫管理事務の機械化システムの概要を説明しよう。

在庫管理システムの基本構想が，前述のような考え方によって確立されると，**別表**のような手順にしたがって，システムの詳細設計が進められる。(1)については，コード設計の一般的な考え方について説明しよう。

(1) 在庫品目コードの設計

コンピュータによる在庫管理システムの成否を左右する重要なファクターは，品名コードの良否であることは

別表

| システム設計の手順 |
|---|
| 1. コードの設計 |
| 2. アウトプットの設計 |
| 3. インプットの設計 |
| 4. ファイルの設計 |
| 5. データ収集方法の設計 |
| 6. データ・チェック方法の設計 |
| 7. プロセス・フローチャートの作成 |
| 8. プログラム条件の設定 |

いうまでもない。

企業における品名コードは，学術研究用の学問的コード体系を形成する必要はない。だからといって，各部門が自分の部門のつごうのみを考えて，まちまちなコード化を考えてはいけない。データ処理の一貫性，共用性を考え，全社的な立場からコードの設計をしなければならない。

また，コードの桁数をできるだけ短く，取扱いをやさしくするように設計しなければならない。

コードには，次のような種類がある。

① 記号法：品名，名称の一部をそのまま使用し，解読しやすく覚え易くしたもの。

② 一連番号法：到着順，自然発生順に頭から一連番号をふる方法で，コード化は容易であるが一見して識別は困難である。

③ 10進法：分類事項のすべてを0～9までの10個の数字をもって，大分類，中分類，小分類と体係的に整然と分類できるが桁数が大きくなりやすい。

④ ブロック法：分類すべき全項目を大ブロックに分け，さらにブロック内で体系的に連続番号をつける方法。一連番号法と同じようにブロック内の識別困難という欠点がある。（例えば1～999をA品種，1000～1999をB品種と割当てる）

⑤ グループ法：10進法のもつ体系的分類法で，数字の各桁ごとにそれぞれ大分類，中分類，小分類などの分類階級を設け，グループが変わると別の桁から始まるようにするもの。最も良く使われている。

⑥ 特定数字式コード：名詞，数詞（数量，寸法，容積，重量など）をそのままコードとして使用する。記号法と同系統である。コード化は容易であり，追加も自由にできる長所がある。

（購買管理便覧編集委員会編「購買管理便覧」参照）

(2) ABC分析表の作成

① インプット・データ

品目別年間推定使用量　（図5）

| 品名コード | 単　価 | 年間推定使用量 |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

品目別年間推定使用量を調査し，図5のようなリストを作成し，このデータをパンチし，紙テープを作成する。

② アウトプット　（図6）

| ABC分析表 | | | | | 年 月 日 |
|---|---|---|---|---|---|
| ABCランク | 品名コード | 品　名 | 品目率 % | 年間使用金額 | 金額累計率 % |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

STEP—1：品目別年間推定使用量表によりインプット・データを作成し，これを入力して磁気テープ①に書き込む。（以下図7参照）

STEP—2：磁気テープ①の各品目別の単価×年間使用量の計算を行ない，その総金額を計算し，磁気テープに記録する。

STEP—3：磁気テープ②の内容を品目別金額高の大から小の順番に分類し，累計をとると同時に，総金額に対する構成比率を計算し，金額累計率を計算し，その結果をABC分析表（図6参照）としてプリント・アウトする。

以上のプロセスによりABC分析表の作成を6ヵ月ごとに実施し，管理区分の修正を行なう。このABC分析に基く各品目の管理区分は，在庫マスターファイルの中

図7　ＡＢＣ分析表の作成プロセス

品目別年間
推定使用量表

年間使用量テープ

PT→MT
STEP－1

年間
使用量
ファイル

①

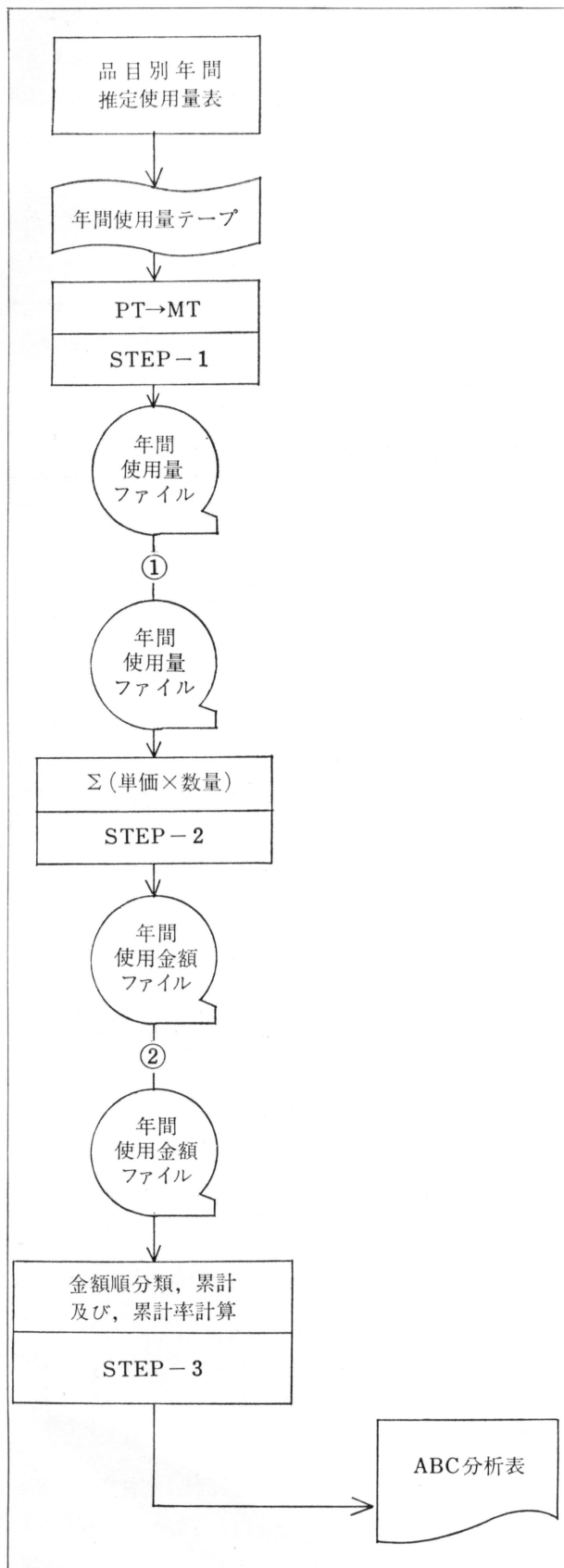
年間
使用量
ファイル

Σ(単価×数量)
STEP－2

年間
使用金額
ファイル

②

年間
使用金額
ファイル

金額順分類，累計
及び，累計率計算
STEP－3

ABC分析表

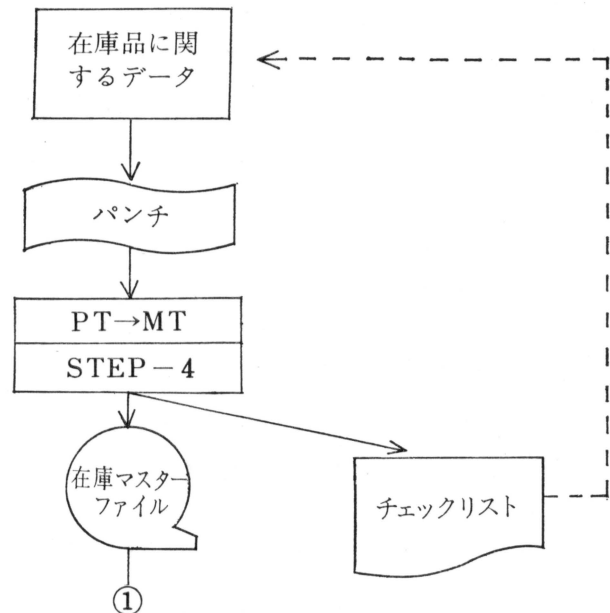
に記録され，６ヵ月単位で更新を行なうものとする。

(3)　在庫の受払と自動発注業務

前記ＡＢＣ分析の結果，ＢおよびＣグループの在庫品
目に対しては，自動発在システムを適用することとす
る。但し納入業者は，長期契約に基づく簡易購買方式に
より，コンピュータからの発注カード（注文点を割れ
ば，すでに算定済みの経済注文量および発注に必要なデ
ータがプリントされる）どおり納品するものとする。

Ａグループの在庫品に対しては，５日単位でA品目在
庫受払残高数をプリントさせ，その表に基づき注文量，
発注先の検討を慎重に実施するものとする。

在庫マスター・ファイルの作成（**図８参照**）

図８　在庫マスター・ファイルの作成

STEP―４：在庫品の下記のデータを磁気テープまた
は磁気ディスクなどの外部記憶装置にファイルする。

○ＡＢＣ区分，品名コード，単位，単価，○注文点，経
済注文量，○注文番号，注文月日，注文中の数量，納入
予定日，標準調達期間，検査工数，○納入業者コード，
業者名，○前日残高，受入数量，受入累計，払出数量，
払出累計，当日残高，○払出予定日，払出予定数量

機械化開始時に，在庫マスター・ファイルを次のプロ
セスにより作成する。（**図９参照**）

STEP―５：発注カード（検収後は入庫カードとして
再使用）出庫カード，払出予定およびマスター・ファイ
ルのデータの変更に関する変更カードをインプットし

図9　日常業務

受払ファイルを作成する。

STEP―6：受払ファイルを品名コード順に分類。

STEP―7：在庫マスター・ファイルと受払ファイルとにより，受払の計算を行ない，当日残高を計算し，また，在庫マスターのデータの変更修正を行なう。

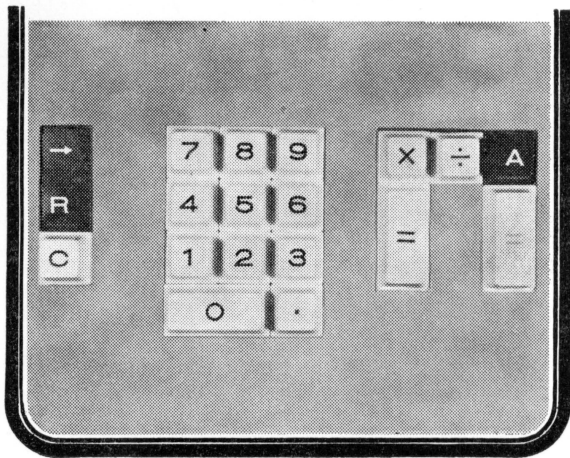
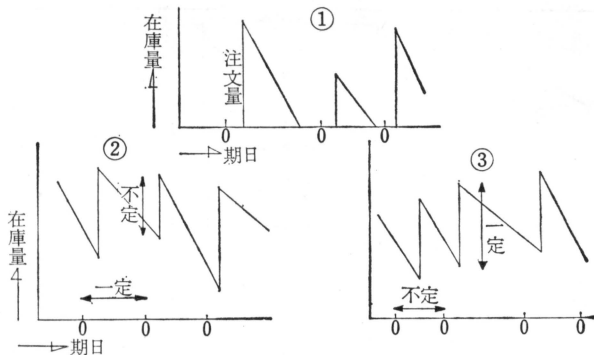
STEP―8：更新された新在庫マスター・ファイルの当日残高と注文点とを比較し，注文点を割ったBとCグループの品目については，品名コード，品名，単位，注文番号，注文月日，納入予定日，納入業者コード，納入業者名をパンチした発注カードをアウトプットする。この発注カードはそのまま納入業者への注文書の役をなし，また，納入時は納品書の役割をなす。さらに，このカードは受入検収時に数量などの変更データがパンチされて，STEP―5のシステムにインプットされる。

また，Aグループの在庫品については，5日単位で在庫品受払残高表（**図10参照**）が作成され，厳重な管理のもとにおかれる。

図10

| 受払残高表（Aグループ）　　月　　日 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 品　名 | 品　名<br>コード | 単位 | 前残 | 受入 | 払出 | 当残 | 注文点 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

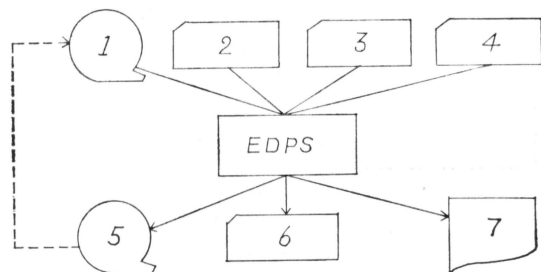
# 演習問題

1. 次の図は，在庫と注文の関係を示すものである。いま，ABC分析による各グループの品目の発注に，下図の方式の各々1つずつ適用するとすれば，どのグループの品目には，どの注文方式を適用すればよ

いか。（図中の0は注文日とする）

2.　次の品目の注文点を計算せよ。

1ヵ月の平均需要量：100
調達期間（最高）　：3ヵ月
安全係数　　　　　：1.65
月間需要のバラツキ：10

3.　次の物品のコード設計には，どの種類のコードが適しているか。品目（①〜③）とコードの種類（Ⓐ〜Ⓒ）とを連結せよ。

① 図書（索引用）　　Ⓐ グループ法
② 電球（サイズ別）　Ⓑ 10進法
③ 材料（材質別）　　Ⓒ 特定数字式

4.　EDPによる在庫管理システムの概要を説明するプロセス・チャートを完結せよ。ただし下記のプロセス・チャートのブランク（1〜7）を㋐〜㋖でうめよ。

㋐注文カード，㋑入庫カード，㋒出庫カード，㋓移動・調整カード，㋔在庫品目受払残高表，㋕新在庫マスター・ファイル，㋖旧在庫マスター・ファイル

### 3月号練習問題解答

| ア | イ | ウ | エ | オ | カ | キ | ク | ケ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 3 | 4 | 4 | 2 | 8 | 8 | 7 | 1 |

とくに，解答に対する添削ご希望の方は，返信用切手同封のうえ，解答をお送りください。講師が採点し返送いたします。（筆者は，日本ビジネスオートメーション，システム開発部次長）

# 製紙メーカーのコンピュータ利用

## 紙の使用量は文明のバロメータといわれる，増大する需要に応ずべくプロセス・コントロールを目ざす

沼倉 宝蔵

### 製紙業の特質

紙がわれわれの生活のなかに静かに深し浸透してきているこには，たとえば，ティッシュ・ペーパー1つとっても理解できるであろう。

紙の使用量は文明のバロメータともいわれているが，単に量的な拡大が行なわれているだけでなく，質的な変化もそれとともに進んできている。このティッシュ・ペーパーも，その1つとみていい。しかも，一方で読書好きのわが国民に支えられて世界最大という出版高を背景に，加えて包装用材料としての進出といった新しい要素もあって，製紙業界はこれまでどおり，着実な伸長の見通しにあるといえよう。

このように，カナダについで世界第3位にあるというわが国製紙業界にとって，1つの泣きどころは，原材料の木材の手配である。国内の天然林では地形的な制約から開発は必ずしも円滑ではなく，輸入に依存しなくてはならない一面さえある。こうしたことから，製品いわゆる紙のコストに占める原材料の比率は高まりつつあることは見逃せない。また，興味深いのは原材料で輸入の原木

を使うという状況にありながら，その製品の紙はほとんどが国内で消費されるにとどまり，輸出が少ないということである。さらに流通面をのぞいてみると，ここには伝統的な匂いがなお流れている。各社の系列化におかれている専属代理店というのではなく，製紙メーカー各社に供給をあおぐ代理店が支配しているのである。製紙メーカー側からすれば，そのつながりには各社各様は濃淡はあっても，それ自身だけの代理店ではなく，各社とも対象になっている代理店なのである。また，製紙業の特質をみてみるとき，これは装置工業であることは何もいうまでもないことではあろうが，原料を木材としている点から山林業務という，やや特殊な業務を抱えていることも念頭に入れておく必要があるように思われる。

このようにみてきて，それではいったいコンピュータは何に，どのように使われ，または使われようとしているのかということになるであろう。

製紙４社を見渡して電子計算機を導入していない企業はない。王子製紙，ＩＢＭシステム360/30の３台はじめその他，十条製紙ＩＢＭ1401，本州製紙ＩＢＭ1440，大昭和製紙ＩＢＭシステム 360/40 といったようにいずれも電子計算機は使っている。だがその使用している利用の形態または利用の水準は，大半が事務処理に重点がおかれている。このため他の多くの業界がそうであるようにこの業界もまた「米国の同業界の電子計算機利用水準から１歩立ち遅れている」ことをその関係者自身が認めており，米国に比べ他の業界が遅れている程度の「遅れ」であることもまた遠からずというところなのであろう。しかし，電子計算機を利用して経営の合理化をはかろうとする意欲は十分にうかがわれ，各社それぞれに追求を重ねているといっていい。先にも述べたように，とくに原木のコストに占める割合が大きくなってきていることは，必然的に経営の合理化を推進させる必要性を増すかたちではね返ってくるが，プロセス・コントロールでこうした生産コストを引下げようというのもまた各社ともに指向している１つの方向には違いない。

だが，現在の段階ではまだ，データ・ロギングに電子計算機を使っているところはあっても，実際に計算機制御を実施しているところはない。これからの重要な課題の１つである。製紙工場でのコンピュータ・コントロールという利用法のほかに操業管理面でのスケジューリングまたはプランニングに電子計算機を駆使するというのもまたこの業界の電子計算機利用上の新生面であろう。トリム・ロス（Trim Loss＝取幅損）グレード・チェンジ・ロス（Grade Change Loss＝抄替損）を少なくするというのはこれにあてはまる。

だが，こうした面に電子計算機を導入して，どのていどの効果があるかということも，まだはっきりしていないようで，プロセス・コントロールや工場のスケジューリングなどに使うことに意欲をもっていながら，電子計算機を使った方が決定的に利益が出るという話はきかなかった。

いずれも目下，研究中の段階にあるというのが当を得ていよう。事実，紙パルプ技術協会は，先ごろからプロセス・コンピュータについて研究企画委員会で研究に入っている。最初は関係会社の首脳を集めての講演会を開いたというが——逐次，工場にどのように電子計算機を導入するか検討していくのだという。共同の場で研究が行なわれつつあるところに，注目する価値があるように見られる。

さて，流通機構１つとっても，ここでは，伝統的な商慣習を軸とした販売系があり，代理店の形態がその一端を示しているといえようが，こうした昔ながらの商慣習が横たわっていることもまた現在，電子計算機の利用水準を事務処理どまりにクギづけにしている背景の１つとなっていることはあらそえない。装置工業であるから，事務処理だけについてみれば，大型電子計算機をフルに使ってのコストダウンに威力をあらわしうるほどの事務量でもない。そこに電子計算機が効果をあげて使われうる産業体制を——商慣習なども含めて——つくっていかなくてはならない，とある関係者はいう。

１つには事務計算のほかに，より高度な経営計算を行なうのもいいだろう。また，電子計算機を業界共同で利用するという手もあるように思われる。

十条製紙には現に事務処理は大半，電子計算機にのせてしまった。そこで，次はプロジェクトの採算計算とか製品別の需要予測といった１歩進んだ経営計算への適用を考え，その適用にメドがつけば大型機の導入さえ考えているという。

## 海外の製紙業と電子計算機

それでは製紙業の場合，海外ではどのていどまで電子計算機が利用されているのであろうか。米国の場合，なんといってもその企業規模が日本のそれと比較にならないくらいにスケールが大きい。しかも，広大な国土で展開しているとあれば，電子計算機の利用形態もおのずからわが国のそれとは異なっても，当然といえよう。

第１位のインターナショナル・ペーパーは王子製紙の倍という規模をもち，日本全国の紙パ業界が一たばになっても対抗できないスケールをもつ。このインターナショナル・ペーパーが機種変更の際，電子計算機ＩＢＭシステム360モデル30を19台も一度に発注したということだけとっても，電子計算機利用のスケールがうかがわれるが，有名なのはミードである。

ミード社ではウエアハウザー社とともに，オンライン・システムを展開しつつある点で，わが国業界関係者も注目しているシステムを編成しつつある。ミードのオンライン・システムは，営業部門からの問合わせに応じて，製品在庫の管理を流動的に展開し，さらにそこから生産計画に反映させるといったダイナミックなシステムの完成が見込まれている。今なお整備中というこのシステムは流通コスト，生産直接費につき各工場の機械別，製品種別にいくつもの組合せを設定しておき，そのつど最適な，つまり最経済性をベースとして選びぬかれた組合せを３日～７日間分くらいに区切って実行するというのが骨子である。しかし，このような代表的なケースは，わが国関係者にも周知のことである。

なお，紙パ業界でプロセス・コントロールに電子計算機が活用されるようになったのは1961年に米ポットラッチ・フォレスト社がＩＢＭ1710を導入したのを皮切りに展開され，米国では1965年までに15台が1966年までに25台以上が設置されているという。

## 国内の製紙業の電子計算機利用

〔王子製紙〕

経営近代化の一環として事務機械化に乗り出したの

は，パンチカード・システムの導入，設置にはじまる。35年に春日井工場(愛知県)に1セット，36年に東京・本社に2セットを入れ，苫小牧工場（北海道）には37年春に2セットを導入した。これによりビリングに類する事務処理は大方，機械化された。

その後，テレタイプ専用回線を利用したデータ伝送装置を入れ，付替，注文，出荷通知などを行なったものの処理業務が増大して，40年にはＰＣＳでは処理しきれないところまできた。そこで電子計算機の導入が検討され，42年はじめにＩＢＭシステム360モデル20の設置となった。設置したモデル20は3事業所に各1台ずつ配置され苫小牧，春日井両工場には8ＫＢの，また本社には16ＫＢの中央演算処理装置が導入された。このようにビリングといわれる日常のデータ処理はほとんどカバーされ，これまでの経験から各部門の末端まで，電子計算機を使っているという形での仕事に抵抗はなく，消化しきっている状態にあり，仕事のなかにコンピュータ利用が定着したという状況にあるといえよる。

ここでは春日井，苫小牧の両工場と東京の本社に電子計算機を分散配置させていることが，1つの特色となっている。このような分散配置型にした理由は，①純然たる装置工業であり，しかも単位規模が大きい工場が2ヵ所あってそれも北海道と愛知県に分散している。②業種の性格から報告についてそれほど一刻を争うというものではない。③工場規模がかなり大きいだけに，工場にも工場本来の事務があり，それに適した機械で処理して現場にフィードバックさせる方が効率が上がると判断したからである。しかし，販売，人事，財務関係業務は本社に集中させて処理しており，その他は必要に応じてテレタイプを利用して授受を行なっている。

一方，装置工業であるだけに，プロセス・コントロールも今後に残された大きなテーマになっているが，現在，春日井工場では，FIDAP—400，苫小牧工場ではTOSBAC—3225 と北辰電機製電子計算機によりデータ・ロギングを行なっている段階にある。これらの電子計算機は，また技術計算にも使っているが，本格的なプロセス・コントロールの展開は今後の課題といえよう。同時に，プランニングやスケジューリングへのコンピュータの適用もあわせ，研究中の段階にある。

〔十条製紙〕

昭和35年5月以来，ＰＣＳ２セットを使っていたのを37年8月，ＩＢＭ1401電子計算機がはいってその年の暮にＰＣＳを返却，その後1401をずっと使ってきている。製紙業界では電子計算機導入の先駆である。現在使っている機械はＩＢＭ1401（８Ｋ）をはじめ，ＰＣＳ（407, 88, 519, 557, 1046各１），それにテレタイプ網（５工場４営業所を連絡）である。この1401を使用時間からみると，フルに使っており，月間450時間に達する。機械が買取りなので，毎月これだけ使ってもレンタルに比べると割安ということになるだろう。このＩＢＭ1401により主要な事務処理はほとんど行なわれており，毎日，旬，月，期，年に作成する報告書はおよそ500種類にもおよんでいる。

現在のせている事務処理を機械化の実施順にあげると次のようになる。

販売実績および統計（受注—出荷—請求—在庫），経理決算および製品別損益（伝票会計制度の採用），資材受払計算，資金実績，固定資産，販売計画（販売条件変動による繰返し計算），原価予算（生産条件変動による損益の繰返し計算），資材調達計画，従業員預金，購買および支払予定. 給与計算および社会保険，原価計算，運賃諸掛，抄造実績，長期計画（諸条件の変動や計画の変更による損益資金の繰返し計算），投資採算計算，山林業務資料，企業モデル。このような事務処理のなかでもとくに原価計算を中心とする予算関係と，機械化してから比較時間もない山林関係業務のコンピュータ使用時間の占める割合がひときわ大きい。そこで原価計算関係の業務に注目してみよう。原価関係の機械化システムは２系統からなっており，原価予算システムと原価計算システムで構成されている。

①原価予算システム＝原価予算システムには，標準原単位と製造原価予算の２つを含んでいる。同社は，業務目標による業績評価の基準の設定のためもあり，原単位の標準化の方向が示され，生産計画の原単位として「過去10ヵ月間の平均実績原単位以上の中位数」を1401のなかから自動的に算出してそれを予算に使う。また製造原価予算では，1401で生産計算に標準原単位を組み合わせ予定単価をかけ合わせ固定費，一般管理費，それに金利を配賦して原価を算出する。そのうえこの製造原価を1401で販売および販売費計画と結びつけることにより損益計算ができ上る。このシステムは，従来の手計算で行なっていた積上げを電子計算機にのせかえたもので販売市場，操業条件などの変動にあわせて予想損益をはじき出すとか，一貫コスト，予定単価コストなどのようにコストを何種かつくりかえるというように，用途がかなりあるという。

②原価計算システム＝原価計算機械化にあたり，最も問題となったのは，工程別総合原価計算をとるか，標準または直接原価計算に改正するかであったという。しかし結局は改正は行なわれず配賦を特色としたそれまでの制度にもとづいて，機械化が行なわれたのだった。それゆえ８Ｋの1401という機械規模の制約にありながら，複雑なチェックと計算をいかにプログラムを組み，それをこなすかにかかることになった。このシステムでは，1401（８Ｋ）と４台の7330とではマシン・タイム約25時間も

かかり，アウトプットの郵送に日数がかかるといった問題点を含んでいるが，原価計算を電子計算機にのせたことで，原単位などのデータも蓄積されるところとなり，それまでの給与，償却，経費などの機械化データとともに使うなら市場の変動に対応した予算，工場の操作を除いた予算が電子計算機で編成できると同社ではみている。

同社はこうした事務処理の機械化をつぎつぎとやってのけ，事務処理のレベルではほとんどの業務を機械化してしまった。それだけに，あげている効果も少なくない。同社の場合，こうした電子計算機利用につき，経営の高度化と人的資源の活用をねらいとしている。効果もこれをベースに考えるならおよそ次のようなことになる。

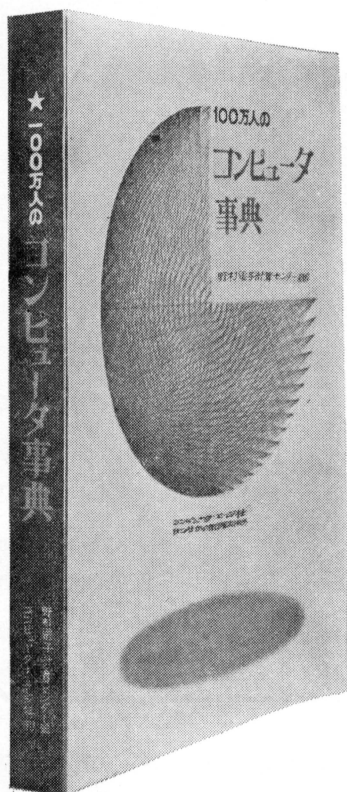
〈経営の高度化〉

トップに提出し，その判断に役立っているものとしてたとえば，中期計画の損益予想，資金計画，勿来工場の採算計算などが勿来工場建設にあたりトップの意思決定に重要な役割を果たしている。また，予算システムというようなものでは，環境変化にすぐさま対応できる繰返し計算を行ない，その損益の見通しが社長方針の重要な根拠となっているというのである。勤労部門では，関係各社の賃金データを交換しあい電子計算機でこれを解析，その結果，紙パルプ業界全体としてみた賃金のあり方についても検討するところまできた。一方，資材部門では，常備品制度や直払品制度をとり入れ，材料の重点管理を進めるとともに材料回転率などを作成することで在庫の減少にも役立てている。営業部門では，電子計算機を使ったことで，販売管理の中心がそれまで工場別になっていたのが代理店別になった。さらに販売に関してに本社集中のシステムをとってきたのを，電子計算機とテレタイプとを利用し，情報交換がスピードアップされ営業所を新設して販売を拡充するということにもなった。

また，電子計算機による事務機械化の結果，減少できた事務関係人員は100名をこえていると推定される。本社では企画，開発部門の強化のため企画，営業企画，開発，計数の各室を新設，セールス拡充のため営業所が増設された。

この記事は次の各社の協力を得るとともに，下記文献を参考にしました。

王子製紙，十条製紙

Paper Trade Journal Jan/31, 1966.

コンピュータの最前線

# 夢ではない電算機病院

## 自動診断から往診まで
## 看護婦不足を解消するMEDICAREネットワーク

鈴木 健一

### 議会での証人

1966年秋，米国上院のヒアリング・ルーム――この日の証人はまったく風変わりだった。

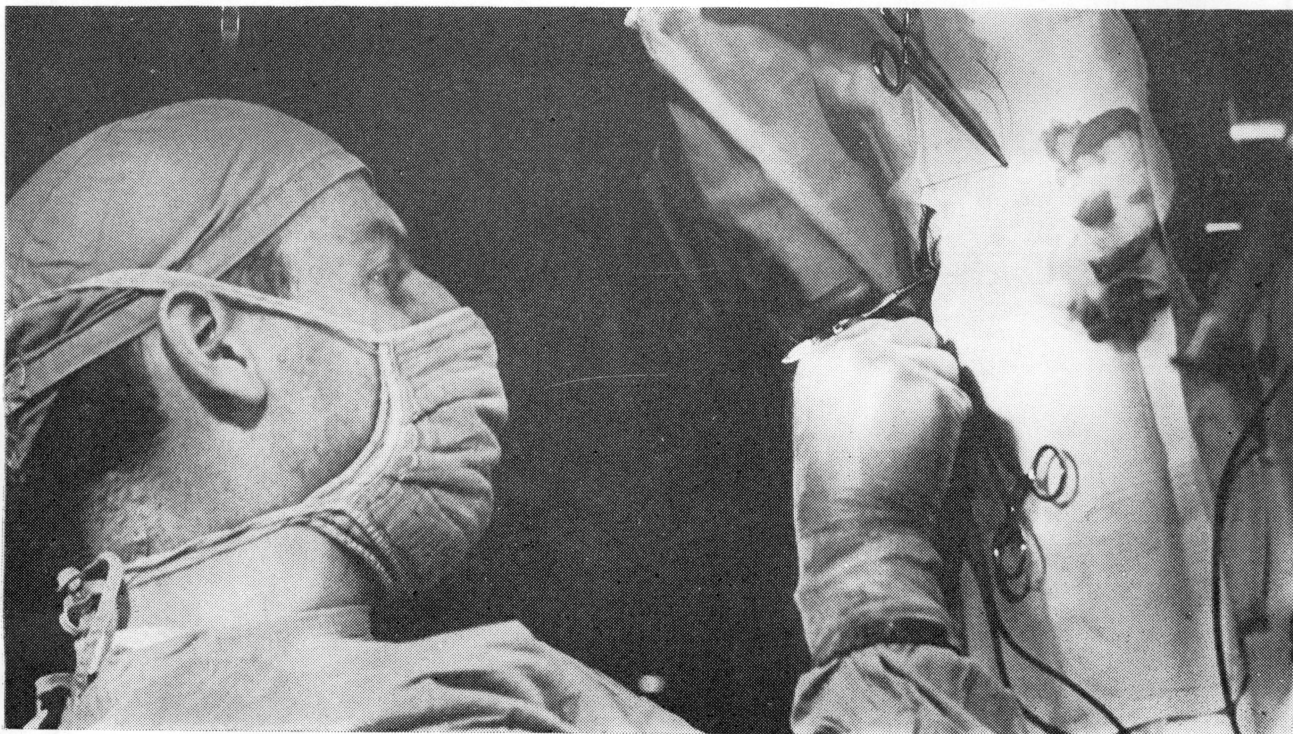
手術台に乗った白衣の人はどうみても健康そのものの若い医師だったが，手首や胸元から電線コードをぶら下げ，ものものしい機械と一緒にスポットライトを浴びた俳優のように上気した面持ちで入場してきた。

ここで行なわれた実験は，アッという間の数秒の間に終了したが，これが全米の医療機関にとって大きな技術革命をスタートさせたスイッチボタンの役割を果した貴重な一瞬だったのである。

この日，上院の小委員会では成人病の予防の問題で討議が進められていた。

心電計のデータを議会から数マイル離れたところにある公衆衛生局計測フィールド・ステーションの電子計算機に電話回線を通して伝送し，そこで分析した結果をすぐさま送り返して議員達にその能力を披露した。

わずか数秒間で終了したこの心電計のデータ分析は，従来なら熟練したカーディオロジスト（心電図分析専門家）で10～15分はたっぷりかかるはずのものであった。

この議会での証人は医師がもっともっとエンジニアの

手助けを必要としていること，そして医師がとくに難かしい訓練をしなくとも電子計算機は十分に使いこなせるものに成長していることを証明した。

それから1年半，米国では全米をネットとする医療情報サービス機関MEDINET(Medical Information Network)が電子計算機メーカーのGE Medinet事業部とコンサルタント会社BB&N (Bolt Beranek and Newman)社の手でスタートした。

米国医学図書館による MEDLARS (医学文献分析検索システム) は，世界規模で仕事が軌道に乗ってきている。さらに地域的な MEDICARE (医療) システムはシネアポリス，ボストン，ニューヨーク，カリフォルニアなどの地区で，病院数ヵ所から百数十ヵ所が共同利用する，タイムシェア・システムを建設している。米国の MEDICARE コンピュータ・ネットワークは今や日の出の勢いである。

## メディカル・ネットワーク

医者とか警察官などという職業はいそがしくない方が世の中は天下泰平なのだが，近代社会の複雑怪奇な世相は，たえまなく病気と犯罪を造り出してこれらの人々を休ませない。

米国では人口10万人に対して，140人の医師が必要だとされているが，この比率を守るためには，1975年には33万人もの医師を要求される。

ところで，この数字を確保するには，現在の医学関係の大学の卒業生ではとうてい追いつかない。

そこで，現在すでに医科大学は87校が増設され，12校の新設が考えられているが，これでも焼け石に水の感がある。数を急増させることができぬとあれば，あとは現有の施設，人材をいかに有効に利用するかにかかっている。

人手不足やベッドが，本当のところどれだけ不足しているのかという点になると，だれにもはっきりとは言明できぬところである。

しかし，病院のスペースを100％利用し，専門家，とくに看護婦が本来の仕事に時間をかけ，ペーパーワークや型にはまった仕事に費す時間を減らせれば，もっと多くの患者を看護できることはたしかなのである。

医師や看護婦などが一体どんな仕事をしているのか。この点をもう一度深く検討，調査してみる必要がある。そして，その上でこれらのプロフェッショナル・サービスマンの本来の仕事ではないもの，また機械にまかせた方が仕事がスムーズにいくものは，どんどんと機械に業務を移行させるようにする。

こうした大前提で電子計算機システムはどんな貢献を医療サービスに対してなしうるのか，医師はどれだけ機械に仕事をまかせられるのか，について考えられた。ここ2年の間に急速に具体化し，州単位が，都市単位，さらには全米単位という，いくつかの大規模な医学ネットワークの建設はこの具体的な姿である。

## 機械化ができるのは何か？

一般的に現段階で医学情報システムとして，電子計算機にのると考えられている要素は，①病院の経営管理，②患者の自動モニタリング，③医学資料の機械化検索，④ECG（心電計）分析、⑤生理学的モデルのシミュレーション，⑥診断情報の迅速収集という6つの機能に大別できる。これを説明したのが図1である。

米国病院協会が電子計算機システムのコンサルタントで有名なジョン・ディーボルド・グループに委託して，病院の情報システムのモデルを作成してもらった。

この結果によると，ディーボルドは未来の病院の発展の方向には2つのパターンがあるという。すなわち，

①管理的医学情報の処理機構を，患者中心のデータをデータ・バンクに統合して考える方向

②データ処理活動やサービスの集中化と合併の　2つである。

これは，あらゆるデータの発生源である患者を取りまく病院の職員，すなわち，医師，看護婦，薬剤師，そして事務局員らが，データの発生した時点で，それらすべての情報を電子計算機にあずけてしまうのである。随時必要な時に人々は電子計算機に情報を要求すれば良いわけである。

この実際を情報システムの各要素ごとについてみてみよう。

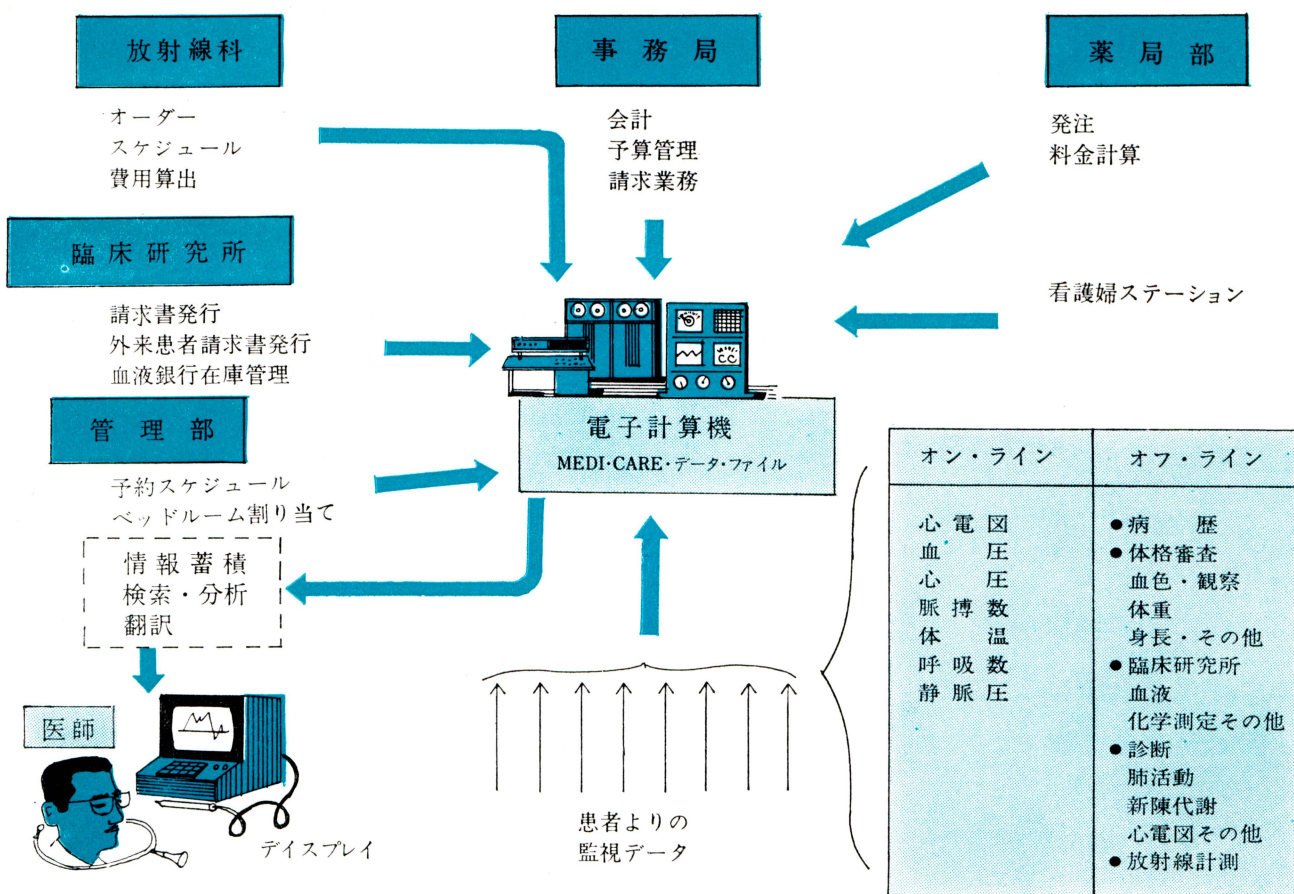



図1

## 病院の経営管理

米国において，病院は粗収入面からは第7番目という成長産業である。しかし経営管理への電子計算機の導入はもっとも遅れている。これは米国社会保障局(ＳＳＡ)の医療保険にからんだ難かしい事務処理が原因である。

そこで当局も MEDICARE プログラムを1966年から実施し，ＳＳＡの3つの標準フォームによる処理を実施に移した。

米国には約7,100の病院があるが，そのうち80%に当たる5,680の病院は入院者の平均滞在期間が1週間という短期ゼネラル・ホスピタルである。これらの病院が米国の患者の数で38%，収入で92%，外来患者の72%を扱っている。しかもこれらのうちのほとんどは州，ローカル政府などで運営されている非営利団体である。このほかは連邦政府の病院が355，私立病院は1,100にすぎない。

こうした公立病院が圧倒的に多いことは，いくつかの病院による共同利用をはかる上できわめてスムーズな体制を作れる土壌を持っているということにもなる。計算機利用の多くの問題は大部分の病院に共通で，しかも根本的に病院相互間は競合しない。いくつかの病院が金を出し合えば，かなり高級なシステムでも利用できるといった利点もある。

計算機共同利用の出発点に選ばれたのは，こうして経営管理データの処理に白羽の矢が立った。

ミネソタ・ホスピタル・プログラムはこの代表的な例である。1963年ミネソタ州のツイン・シティ（シネアポリス，セントポールの両市）とミネソタ州の両病院協会の肝入りで，1963年からテストが開始された。

ブルー・クロスと4つの病院が選ばれ，パイロット・システムが実施され，1964年中頃にはミネソタ州の全病院で採用する標準システムが発表された。

計算機にのせる業務は，病院で考えられるあらゆるアプリケーションを3期に分けて行なうことになっていた。1955年から初の業務として30を越える病院の22,500

名の給与計算処理が計算機にのった。1967年7月には患者会計業務が，そして近く第1期機械化対象アプリケーションが全部機械にのる。

第1期機械化業務としては次のものがある。

・患者会計処理
・給与，人事記録処理（人事情報システム）
・在庫管理，発注管理
・支払業務
・販務元帳管理
・メンテナンス・スケジュール管理
・一般帳簿業務

## ボストン小児科病院のトータル・システム

ボストン小児科病院はハーバード大学医学部の下にあって，公立という肩書からすべての患者は公平な入院価格を徴収するしきたりになっていた。

支払能力の如何を問わず，患者を受け入れなければならぬためベッドを少しでも空かせるとたちまち財政的に困ってしまう。

そこで，ベッド利用手続，入病手続，さらにX線・手術室日程作成手続などの患者データのトータル・システム化を考えた。

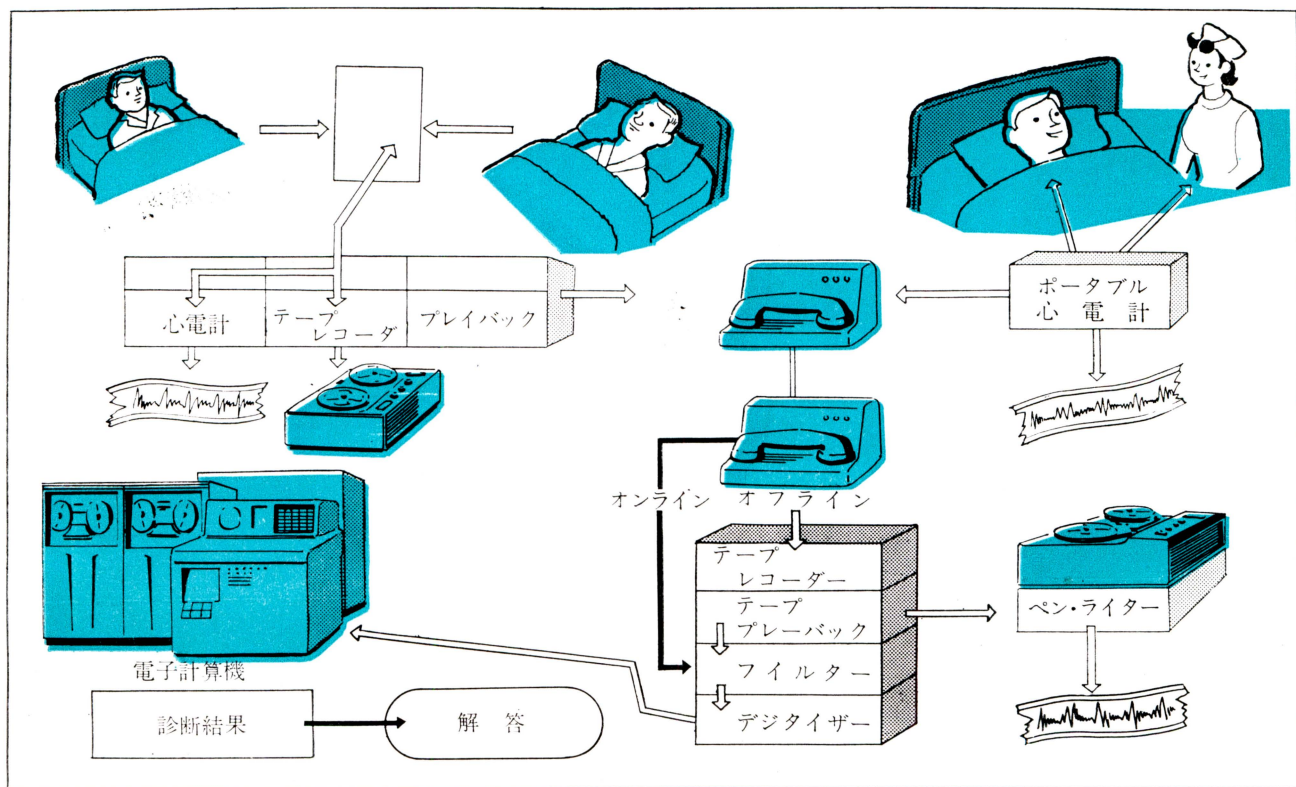
最大の隘路になっていたベッド利用管理は通常，内科，心臓外科，外科の各科の看護婦が毎日文書でそれぞれの患者数を報告する。

この報告も患者の死亡，他科への転出入，退院によって，報告完了後すぐにでも陳腐化してしまう。

また看護婦の仕事を分析している間に，奇妙な現象に気がついた。電話の回数がおそろしくひんぱんなことである。

これは小児病院であるという事情もあって，子供の容体を気づかう近親者からの電話だった。これで看護婦の時間は何時間も空費されていた。

そこでベッドの空きぐあいと同時に，患者の容体の2つの種類のデータを看護婦がナース・ステーションにあるターミナル装置でコンピュータに入力できるようにし

図2

た。

この計算機利用によって，ベッド利用率は86.7%から95%へと急激に改善され，しかも看護婦の仕事は非常に楽になった。

## 患者の自動症状モニタリング

看護婦の最大の仕事は，患者の状態をつねに正確につかんでおくことである。

冒頭で紹介した米国上院でのオンライン心電計のテストは，患者を直接電子計算機につないで，患者モニターを行なわせる方法の1つである。

医師は往診に出る際には小型のボンド・ケース並みのポータブル心電計を携えている。患者の家につくと，この機械を使って心電図をとり，それをそのまま電話回線を通じて病院のコンピュータに送る。コンピュータはこのデータを分析してすぐに電話で結果を返事する。

これは米国では夢物語ではなく，実際のサービスとして行なわれているものである。このシステムは図2のような仕組みになっている。

ニューヨーク市のマウント・ナイナイ病院でも，外から測定データを送れるようなリモート心電計装置を使っている。

ここでは標準の電話線を通じて直接コンピュータにアクセスできるようにするために，ストリップ・チャート・レコーダー，プリアンプ，心電計リード・セレクター・スイッチ，パルス・ゼネレータ，周波数変調器，そして音声カップリングを1セットにした，かなり大がかりなものである。

また患者データのモニターとしてミネアポリス州ロチェスターのメイヨー・クリニックではラジオ・アイソトープのスキャニングのディスプレー・システムといったものもある。

さらに大がかりなものとしては，南カリフォルニア大学の自動デジタル・モニタリング・システムがある。これは血圧，呼吸数，脈搏数，体温，心臓の出力，静脈圧など全部で24もの変数を自動的に取り扱えるものである。この装置を利用すると24時間ぶっ通しで，常時患者の状態をモニターできる。

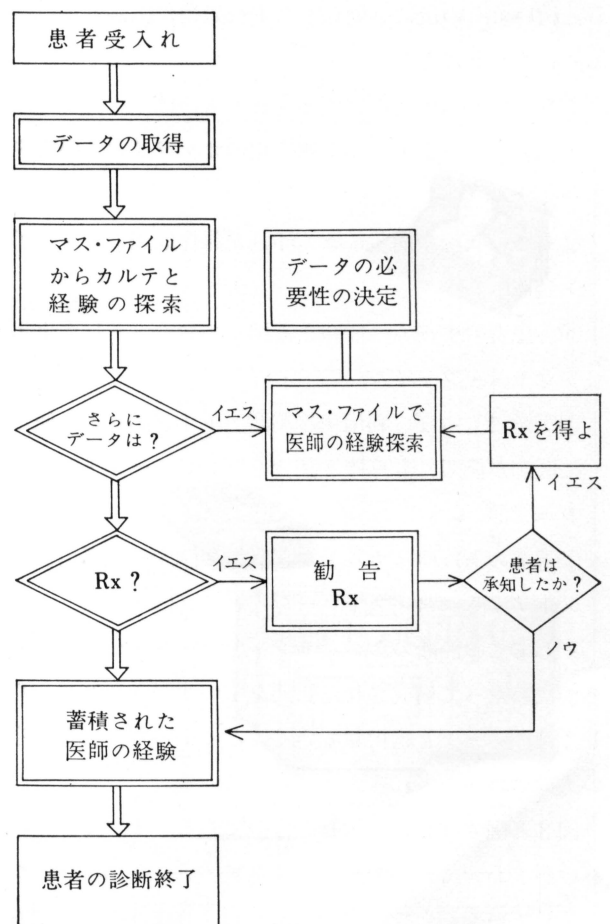
さらにITV（工業用テレビ）がついていて，場合によってはこれで患者を目で直接にみることもできるし，タイプライタへのオンラインの定時データ表示だけでなく，調査・研究用にオフラインでカードに打ち出すことができる。

もっともこのシステムは価格が高すぎて，重症患者用に数セットしか用意できないのが欠点である。

## 病気診断アシスタント用システム

これまで認識された病気の種類は，約1万種といわれる。病院をたずねる時われわれは，この中のいくつかを頭にうかべて，心配しながら門をくぐる。

ところが病気の徴候というのは，約10万種類もあるそうで，これのいくつかを医師が確認して病名を判断し，これまた10万種類もあるという異なった処置の中から，

図3

適当な1つ，ないしはいくつかの処置を選んで患者に施してくれるのだという。

医師はつねにマルチ・チョイス（多くのものからいくつかの手段を選び出す）という状態におかれ，しかもその意思決定はその時点，その時点で生命にかかわるものである。

ということは気の遠くなるような判断業務というわけである。そこで，電子計算機システムが，こうした検査，診断，処置という各段階で医師の意思決定を手助けするものになるということが強く要求されるわけである。

このためにまず医師が患者のあらゆる医学データを，いつでも最新のものとして入手できるような情報システムが必要になる。

電子計算機に蓄えられたデータは，キーボードとCRT（テレビスクリーン様の）ディスプレー・ターミナルで必要に応じて取り出せる。

患者の徴候がこの蓄えられたデータのどれかにぴったりと合えば，その診断結果がブラウン管に写し出される。次いでその後に必要なテストや処理に関する勧告が示されることになる。

こうしたシステムに必要とされるものは

①患者のベッド・サイド測定用のオンライン入出力ターミナル

②看護の状況や病室に置く印刷記録作成用のオフライン装置

③各患者のすべての情報を蓄積しておくダイレクト・アクセス・ファイル

④医学でもっぱら利用する英語，ドイツ語などを使って医師が簡単に計算機と話せるコンピュータ・プログラム言語

⑤過去のあらゆるカルテなど病気に関する医学情報をストアするマス・ストレージなどが必修とされる。

そしてこの診断のデシジョン・サポート・システムは多層にわたって構成された質問を1つずつ「イエス」もしくは「ノー」と選択していくことによって，意思決定の方向づけがなされるようになっている。

**図3**と**図4**はこれを示したものである。1つ1つの細かいがきわめて確かであるマイクロ・デシジョンをつみ重ねていくことで，真の病源に到達しようというやり

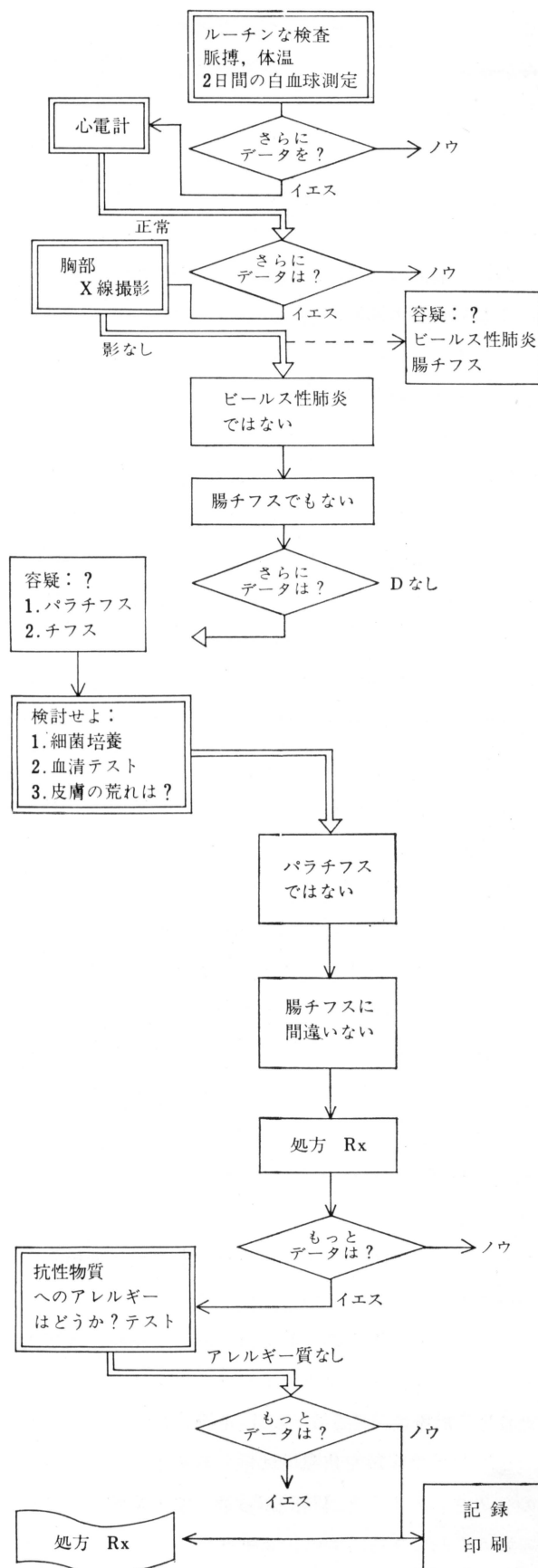
図4

方である。

図4のフローチャートによれば，まず予備的な患者の検査が終ると，システムは心電図をみることを勧告することで心臓の活動をたしかめている。

同時にコンピュータのメモリーを探索して，検査の結果から2つの可能性のある病気——ビールス性肺炎と腸チフスを選び出している。次いでシステムは一連のテストとして，細菌の培養，血清のテスト，皮膚の観察といった仕事を医師に勧告している。これらのテスト結果のいくつかは，パラチフスである可能性を否定し，そして腸チフスだと診断している。

ビールス性の肺炎かどうかは胸部X線写真の結果でその危険はないとされた。

コンピュータは，さらに患者が抗生物質に対してアレルギーがあるかどうかをチェックするような指示した。

この場合，アレルギーはなかったために，投薬が行なわれている，と同時にこの処置はすべて印刷されて出てくるようになっている。

このように1つ1つの「イエス」か「ノー」かの判断のつみ重ねによって病気を診断すると同時に，次に行なうべきテストや処置をコンピュータが克明に指示してくれるようになっている。

この実例は，かなり単純な診断例を紹介したが，実際にはこうしたデシジョンのチャンスを2,500回もつみ重ねた複雑なプログラムが，すべてに実用化されている。こうした内科の診断の意思決定のプロセスは，小児科，産婦人科，精神病科など多くの他の医学分野に応用されつつある。

## 医学文献資料サービス・ネットワーク

米国メリーランド州にあるNLM（米国医学図書館）は，1960年に入念な計画化を進めねば，今後医学界では必要な文献を入手することが不可能なことに気づいた。

そこで，国際的な規模で医学文献の交換ネットワークを建設する計画に着手，64年から本格的にスタート，英国，日本などでも参加準備が進行している。

このプロジェクトは MEDLARS（医学文献分析検索システム）と呼ばれ，機械化文献検索システムとして

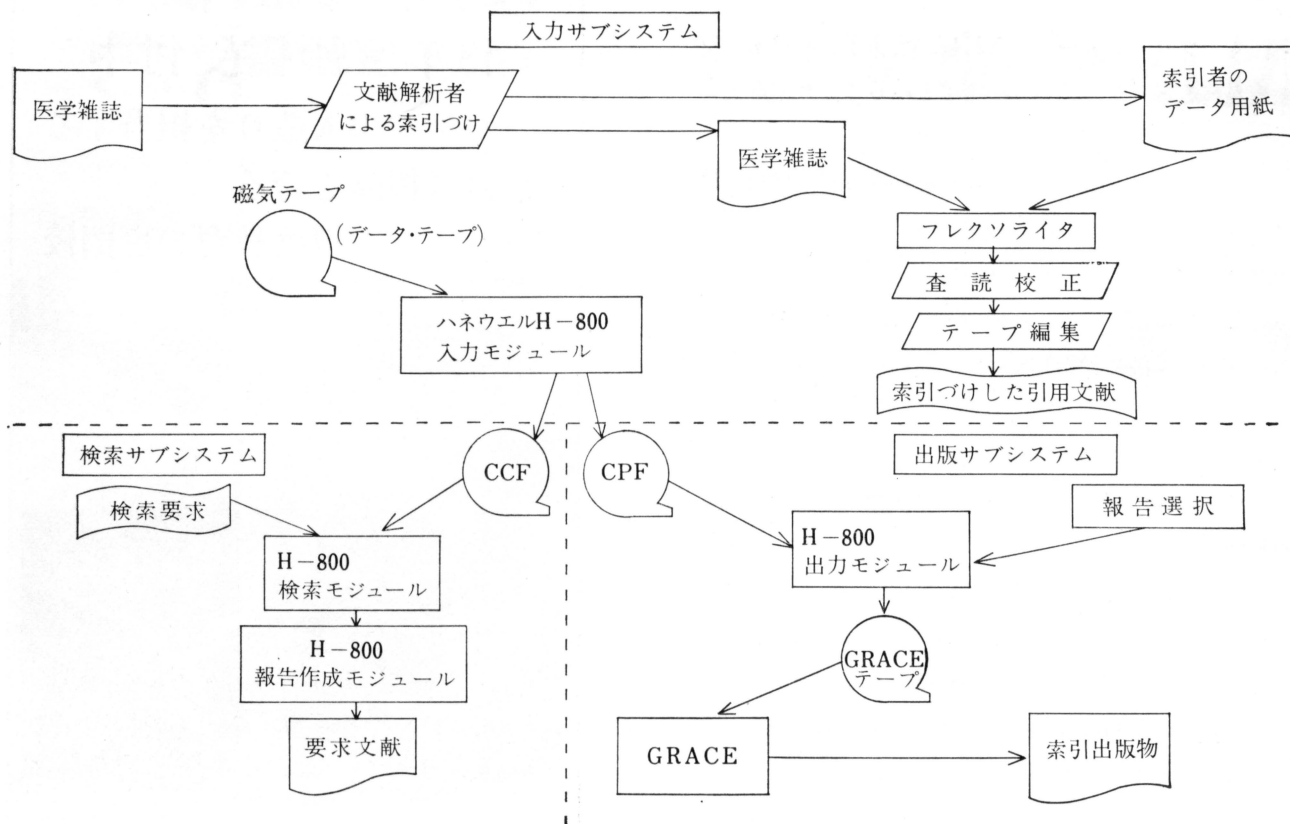



図5

は，全業種の中でも注目されている。

MEDLARS は，3つの主要な仕事が遂行できるように設計されている。

（1）Index Medicus——計算機で医学文献索引月刊誌の編集印刷を行なう。

毎月約2万件近い文献の引用をのせており，その66%は米国以外の海外の文献である。

（2）専門文献——癌の研究，心臓病，新薬といった専門分野に分けて雑誌の引用表を作成する。

（3）文献要求——これまでにできなかった文献の詳細な調査を行なってサービスする。

MEDLARS システムは図5の通りだが，入力サブシステム，検索サブシステム，出版サブシステムの3つに分かれている。

まず入力サブシステムは熟練した文献アナリストの才能と計算機を組み合わせたものである。

新刊の医学雑誌を文献アナリストがみて，MeSH（医学サブジェクト・ヘッディングス）という用語集から適当な語を見つけて，振りわけをする。この表題はフレクソライタで入力データに変換され1日に1度コンピュータに入れられる。

検索サブシステムは，まず検索要求をカストマーから受けつけ，これを専門職員が，検索パラメータを3個作成する。

この検索指令も紙テープを介してコンピュータに入れてやる。

これで適当な情報が選び出されてラインプリンタに打ち出されている。

出版サブシステムというのは，蓄積すべき文献を毎日磁気テープで更新し，GRACEと呼ばれる写真植字機で自動的に出版物に作成する。

GRACE は磁気テープにレコードされているデジタル情報が写真フイルム上に文字の形に変換され，現像されてフィルムを作る。このフィルムを土台として，出版物の印刷物の印刷が行なわれるわけである。

MEDINET で取扱っているデータは，年間20万件近くの論文におよんでいる。これが1969年までには25万件に増えると予想される。

時評

# MIS使節団のもたらしたもの

## 今こそMISの正しい認識を

峰　　茂

### 電算機の有効利用の新課題

最近，急速にクローズアップされてきた電子計算機の有効利用という経営戦略上の重要課題について，財界の指導層は，果たしてどれだけの認識と関心をもっているだろうか——。

そんな疑問を抱くのは，無意味なことかもしれない。なぜなら，実際にプログラムをつくり，操作にあたる電子計算機管理部門のスタッフが，正確に，しかも効率的に電子計算機をこなせる知識と技能さえ身につけておけば，電子計算機はムダなく動いてくれる。つまり，経済界のパワーエリート集団などといわれる財界の指導層がなにも，ことさら電子計算機に明るくなくてもよい，と考えられるからである。

もちろん，電子計算機は，その専門家である要員にまかせておけばよい，という考え方もある。しかし，昨年秋，財界から派遣された訪米ＭＩＳ使節団が，その報告書のなかで指摘した点を理解すれば，財界指導層は，電子計算機に対して，また，その利用によるＭＩＳ（マネジメント・インフォメーション・システム）に無関心ではいられないはずである。

「いまやアメリカの企業は，資本力，技術力，マネジメント格差のほかにコンピュータ・ギャップをもつくり出そうとしている」と，報告書では指摘している。またＭＩＳの熱心な推進論者である小林宏治日本電気社長や井深大ソニー社長らが，声を大にして訴えている「経営革新，技術革新の起動力は，まずなによりも財界有力者，経営最高指導層の頭の革新だ」ということばなどからも，ＭＩＳに無関心でいてはならないのである。

### 企業戦国時代の武器

経済界は，貿易自由化に次ぐ経済国際化の第２弾ともいえる資本自由化の進展のなかで，わが国も，国際的な企業戦国時代に，突入せざるをえない環境下におかれている。

中山伊知郎一橋大学名誉教授は「技術，販売，組織(再編成)，商品など，あらゆる分野で経営者は創造的，

革新的な手段を講じて，これからの戦国時代になりふりかまわず挑戦していかなければならない」と語っている。そのことばをまつまでもなく，企業戦国時代のなかで，わが国の経済界が勝利をおさめることができる方向へ旗をふり，リードしていく使命を負っているのは，ほかならぬ財界の指導層といってもいい過ぎではないであろう。

そこで，財界の指導層には，その企業戦国時代を切り抜けていくうえに欠くことのできない″武器″の1つとしての電子計算機について，当然のことながら広く，深い知識が要求されてくるわけである。

いうまでもなく，国際的な企業戦国時代における最大のライバルは，アメリカである。そのアメリカの企業はわが国の企業との間に″コンピュータ・ギャップ″をつくろうと意図しているとみなければなるまい。これに対して，わが国の企業としても″コンピュータ武装″によって，応戦しなければならない情勢下におかれている。むしろ，その応戦に，積極的でなければ，知らず知らずのうちに，国際市場からも取り残されていくであろうし自力による発展は考えられない。

このような点からみると，電子計算機を企業経営に根深く定着させると同時に，電子計算機の利用を経済界全体の戦略として展開させていくには，是が非でも，財界指導層の電子計算機分野への″出動″が，つよく望まれるわけである。

## 財界指導者の姿勢は？

ところで，電子計算機にたいする財界指導層の認識，関心の度合いは，どのていどだろうか——。

過去半年の間に，財界では，電子計算機をめぐる2つの大きな動きがあった。

その1つは，日本生産性本部と日本電子計算開発協会の両団体が編成した訪米ＭＩＳ使節団の派遣である。そして，もう1つは，日本生産性本部が，「経営者意識の革新とコンピュータへの挑戦」をテーマに，ＭＩＳ使節団員を講師陣の中心として，東京で開催したトップ・マネジメント・セミナーである。

訪米使節団といい，トップ・マネジメント・セミナーといい，いずれも電子計算機の有効利用の下地をつくるという点で，大きな役割を果たしたようである。しかし，財界指導層の直接の反応は″微弱″すぎたといわざるをえない。

それは，トップ・マネジメント・セミナーに，講師の1人である石田礼助国鉄総裁が，「わたしは，もうむかしの人間で，電子計算機とやらについてはなんの知識もない。だが，これからの企業経営のポイントは，要するに人をじょうずに使うことだ。たとえば，ときには給料をポーンと上げてやったり，仕事の成績が思わしくなければ給料を削るとか，据えおくとかといったことが必要だ」と語っていることに代表されているようだ。また一方″財界総理″として経済界に君臨する石坂泰三経団連会長からも，同じような態度が感じられる。奥村綱雄ＭＩＳ使節団長（野村証券会長）が，ＭＩＳの開発および利用に関する提言をまとめて，石坂氏に会い，「経団連としても電子計算機の積極的な活用について，広い角度から適切なリーダーシップをとるようにしてほしい」と要請したが，これにたいして石坂氏は，「事務当局でなんらかの方策を検討することになろう」と答えたといわれる。

奥村氏自身も，「わたしは，電子計算機については，まったくのシロウトだ。技術的なことは，一切わからない」と正直に告白している。

だが，そういう奥村氏も，いまでは″見えざる静かな革命″（コンピュータ革命）に挑戦せよ，と電子計算機の有効利用にきわめて意欲的に取り組んでいる。

一方，トップ・マネジメント・セミナーには，各界のトップ・マネジャー120人が参加したが，出席者の大部分は，電子計算機の管理部門の担当幹部や中堅社員だったようである。

もっとも，なかには藤波収電発総裁のようなトップの姿もみられたが，この人などは例外中の例外。電子計算機にたいする財界の無気力な一面が，このセミナーにもあらわれていたとみることができよう。

しかし，それでも，強いて電子計算機によせる関心と認識の度合いを，財界指導層に求めるなら，その最大公約数は，田代茂樹東洋レーヨン会長の次のような見解に集約されるといってよいだろう。

「トップは，電子計算機について豊富な知識をもたなければならない。ＭＩＳ使節団にわたしも参加するよう求められたが，電子計算機は，もうわたしたちの手に負えない。だから，使節団には，社長の広田君に加わってもらった。ともなく，電子計算機の力は，過大評価も，過小評価もしてはならないというのがわたしの感想だ」

## トップの意思決定に役立っているか

そのような財界指導層の姿勢は，日本電子計算開発協会（会長・平田敬一郎氏）がまとめた調査からも，はっきりつかみとることができる。

同協会では，さきごろ，電子計算機を導入している約500社を対象に「電算経営総合調査」を行なった。その調査結果は，５月に発表される恒例の「コンピュータ白書」に織り込まれることになっているが，この調査のなかで，「ＭＩＳの採用または計画にあたって，イニシアティブをとった部門はどこか」という質問に対して，回答した148社のうち，トップ・マネジメントの指示で動いたのは，全体の16.9%の25社に過ぎないことが明らかにされているのである。

また，ＭＩＳ導入のリーダーシップをとっているのは電子計算機管理部門で圧倒的なウエートを占め，全体の51.4%，76社にのぼっている。次ぎは本社スタッフ部門が21.6%，32社，ライン部門が4.1%，６社の順となっているが，とにかくトップは電子計算機に不慣れとみえて，すべては電子計算機部門まかせといった状態にあるようだ。しかも，こうした事実を別の角度からのぞくと，トップ・マネジメントの日常の電子計算機利用度そのものもきわめて低いといえるようである。

すなわち，同じ調査の結果によると，「コンピュータ部門はどの階層に対し，主たるサービスを行なっているか」という質問に「トップ・マネジメント層」と答えたのは回答会社474社のうち9.1%にあたる43社にとどまった。また，「ミドル・マネジメント層」向けのサービスが35.9%，170社，「事務職員や現場作業員層」向けが55.1%，261社というぐあいである。

電子計算機は，個々の企業においてさえも，まだまだトップの思いどおりには使われていないのである。

## ＭＩＳ使節団のもたらしたもの

訪米ＭＩＳ使節団の帰国を首を長くして待っていたのは，電子計算機メーカーの経営陣だったようである。

その点について，奥村氏は「われわれ使節団の帰朝報告を，電子計算機メーカーは大歓迎してくれたが，それは，報告の中身よりも，われわれが電子計算機の需要をより拡大するきっかけをつくることになろうという商売上の関心からだった。おかげさまで電子計算機の注文がふえますという人が，一流経営者のなかにずいぶんいたのには驚いた」と感想を述べている。そして，「経営者がこういう姿勢では，ＭＩＳの定着化はのぞめそうにない」とも語っている。

電子計算機の利用という面で，わが国はアメリカに５年のおくれをとっているといわれるが，「このギャップを短時間で埋めつくそうとするなら，トップはよほど真剣になって電子計算機を勉強し，頭をきりかえていかなければならない」というのが，ＭＩＳ使節団の一致した見解といえるようだ。

しかし，財界の指導層も個々の企業のトップ・マネジメントもできるだけ電子計算機を理解し，有効利用の土台をつくろうと意欲をもやしてきたことは確かである。

日本電子計算開発協会の調査によっても明らかなように，「ＭＩＳの実施上の問題点」は，「必要な情報が整備されていないこと」（回答企業192社のうち34.4%，66社)，「費用がかさみ過ぎる」(19.3%，37社)，「ソフトウエアが十分に開発されていない」(11.5%，22社)，「本体，端末装置に適当なものが見当らない」(6.3%，12社）などが主なもので，「トップ・マネジメントの理解が不足している」と指摘したものは全体の5.2%，10社にとどまっている。

このことは，電子計算機についての豊富な知識がトップ・マネジメントに乏しいことは否めないにしても，これが電子計算機の有効利用を妨げる大きな原因にはなっていないことを示すものである。また，別の見方をすれば，トップ・マネジメントの多くは，有効利用の道をひらくことに懸命になっていることを裏書きするものといえるであろう。

経済界でいち早くＭＩＳ導入と取り組み，昭和45年完成を目標に社内体制の整備に当たっている日本電気の小林宏治社長は，「わたしが社長になってから今日に至るまでのまる３年間，わたしの最大の仕事はＭＩＳについての勉強だった。ＭＩＳを確立するためには，まず，社長自身の頭脳を，コンピュータ化することだ。いつまでも，電子計算機を売るだけのメーカーであっては″紺屋の白袴″と物笑いのタネになるから，人知れぬ苦労を重ねてきた」と経験の一端をのべている。

一方，ＭＩＳ使節団にも加わり，さらにこの５月には石坂氏のあとを受け継いで経団連会長のイスに座る植村甲午郎経団連副会長は，「経団連の場でも，電子計算機の有効利用につながる問題には，積極的に取り組んでいきたい」といっている。

## 経済界共通の問題として

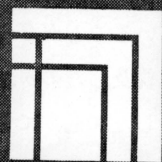
経団連が電子計算機をめぐる諸問題を取り上げるといっても，この団体の建て前から個々の企業経営には立ち入らず，もっぱら経済界全体の共通問題にしぼって，メスを入れることになるが，電子計算機については，早くも第１弾の作業がはじまった。

企業会計を電子計算機で処理し，記憶させたパンチカード，磁気テープ，紙テープ，磁気ディスクなどを商法のうえで″会計帳簿″として扱ってもらおうということで，経済各界の意見調整がすすめられている。商業帳簿について規定した現行商法の第５章第32条によると，「会計帳簿，すなわち日記帳，元帳，補助簿は，長期にわたり整理，保存しなければならない」ということだ。

このため，企業によっては会計書類を10年から30年，場合によっては永久保存し，山のように積み上げているところはめずらしくない。大企業になればなるほど書類の山は大きく，人手も費用もかさむ。そこで，伝票類の集計処理を合理化するために，電子計算機を利用し，帳簿内容をテープ類に記憶させ，会計書類をどんどん捨てていくという企業がふえてきた。

ところが，国税庁からみると，「会計書類を捨てることは，商法に違反するばかりか，税務調査に支障をきたす」ので，書類のまま帳簿類を保存しておいてもらいたいわけである。国税庁は，このむね民間企業に通達を出しているが，経団連としては次のような点をあげて反論し，ちかく商法改正の意見書を国税庁に出す方針だ。

「国税庁の通達は，電子計算機の有効利用，すなわち経営合理化に遂行する措置である。しかも，商法の現行規定は，明治32年に施行されたままのもので，いまとは経営環境の異なった時代につくられた古い法律だ。これに近代経営が拘束されることは不合理である。電子計算機のテープ類はもとより，マイクロフィルムも会計帳簿として扱っていくべきである」

いまの税務調査官は，電子計算機には手も足もでないといわれるだけに，国税庁がこの経団連の意見をそのまま受け入れるかどうか予測することはむずかしい。しかし，経団連がこのように強い態度で商法改正に乗り出したことは，こんご電子計算機のソフトウエア開発が進んで，いろいろな形で起こってくることが予想される法律上の問題解決の突破口ともなり，しかも，電子計算機の有効利用の素地をつくり出すものとして注目されよう。

CA
1周年記念
鹿島建設
取締役会長　鹿島守之助
取締役社長　渥美　健夫
本社●東京都中央区八重洲5－3 電話 東京(281)大代6311
支店●札幌・仙台・横浜・名古屋・大阪・広島・四国・九州
海外出張所●インドネシア・マレーシア・インド・ビルマ
三井不動産・霞ヶ関超高層ビル（36階建て）

みんなの電子計算機

# コンピュータと演算のしくみ

## ”0”と”1”のからくり

富士学院専任講師

**大林 久人**

### 指と数えかた

読み，書き，ソロバンは世のならいといわれるように，人間にとって，読む，書く，数えるの３つの能力は生活と切り離せないだいじな能力です。この３つの能力が欠けている社会では，ばかばかしくてお話しにならないようなまちがいをしでかすので，安心して商売もできません。今日でもまだ地球上には，元金×利率×日数，つまり利息の計算程度を，れっきとした銀行員が平気でまちがえるような国があって，まともな神経ではとても取引きができないとある商社マンがこぼしていました。計算にはつよいはずの銀行員がそのくらいですから，一般の人びとの10から上の数はまったく信用できないといわれます。10キロメートルと，100マイルの違いなどごくありふれたまちがいのうちにはいるそうで，ひどいときは10トンと1000トンぐらいの違いもおこるそうです。これではうっかり信用すると，とんでもない注文を引き受けてしまうので，ゆだんは禁物です。

だが，よく考えてみると10が10より大きい数を意味することは理由がないわけではありません。世の教育ママたちが，２つか３つの坊やに指を１本ずつ折りながら，ひとつ，ふたつ，みっつ……と数え方を教えている間はどこでもみられるはずです。こうして指を折っていくと，両手を使って10までは数えられます。しかし，それより大きい数は両手だけでは数えられません。数に対する認識の低い人びとが，10より大きい数を10で代表させたり，より大きいという表現をするのはごく自然ななりゆきといえましょう。

ところで数の歴史をたどってみますと，人間は10本の指でまにあわなくなったとき，足の指まで動員して，20まで数えたらしいことがわかります。フランス語のように，20を VINGT と呼び，80を QUATRE-VINGT（20の４倍）のような呼び方をすることばが今日まで残っているのも，ひとつの証拠です。

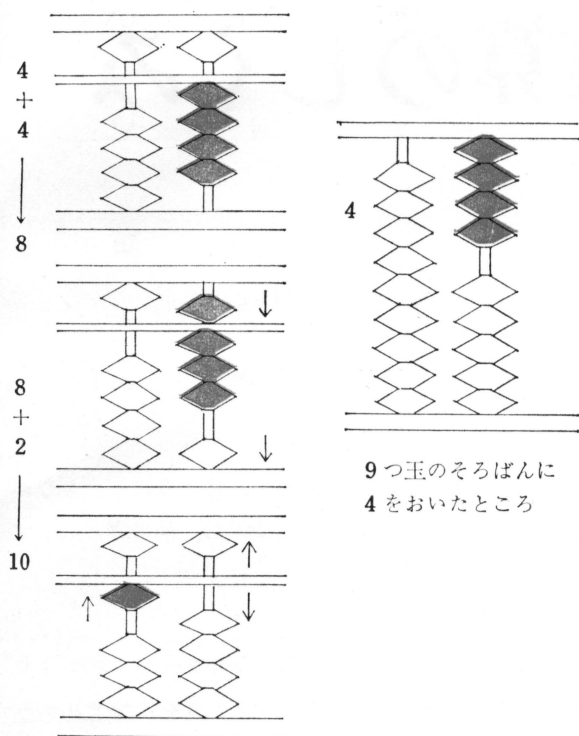
人間が指を作って数を数えたことは，数を意味する英語の DIGIT が，指を意味するラテン語の DIGITUS を語源としていることからも裏付けられます。

人間の社会では，このような関係で，５，10，20のいずれかを基数として用いることが多かったのですが，その中でもっともひろく普及したのが，今日，われわれのふつうに使うを基数とした10進数です。

### 数えかたと数字の種類

10進数はいまさらいうまでもありませんが，９＋１＝10のように，９のつぎは１桁あがって10になるような数の数えかたです。

ところで，10進数を今日とほぼ同じかたちで表現でき

9つ玉のそろばんに
4をおいたところ

別　図

るように考案したのは紀元前2～3世紀ごろのインドといわれています。インド式記数法では，1から9までの数字のほかに0が考案されたので，1から9までと0の10種類の数字で，100でも1000でも表現できるからです。それまでのローマ数字では，1から10を次のように書きました。

Ⅰ　Ⅱ　Ⅲ　Ⅳ　Ⅴ　Ⅵ　Ⅶ　Ⅷ　Ⅸ　Ⅹ

Ⅴは5　Ⅹは10をあらわすわけです。20はⅡⅩでなくⅩⅩとⅩを重ねて書きます。30はⅩⅩⅩです。大きい数になるとⅩの数がふえるいっぽうになるので，50はL，Cは100，Mは1000のようにまとまった数を示す記号をつぎつぎと考案しました。そうすると82は，ⅩⅩⅩⅩⅩⅩⅩⅩⅡでなく，LⅩⅩⅩⅡとあらわすことができるからです。それでもインド式の記数法にくらべると，長ったらしくて，わかりにくい，ふべんな方法であることは否定できません。

このようなわけで，インド式の記数法の考案は10進法の計算の普及に大きく貢献しました。

ところで，数の数えかたは，さきに説明したように，10を基数とする10進数のほかにも，5や20を基数とした計算の方法もあります。

また，われわれになじみの深いそろばんは2―5進です。別図のように，4に4を加えるときは5の位の玉をひとつ入れるかわりに，1の位の玉をひとつはずします。逆に考えると4に1を加えると桁上りして5の位がたつということです。したがって，そろばんの上での8は，5の位が1，1の位に3がたっているといえましょう。

8にさらに2を加えると1の位で桁上りがおこり，さらに5の位で桁上りがおこるので，10位の玉がひとつくり上ります。そろばんではこのように0か54までの数字で数のすべてがあらわせると考えてよいでしょう。

さて，コンピュータの内部では，2月号で説明したように2進法がとられています。

2進法では，0と1しか数字はありません。したがって，1に1を加えるとすぐに桁上りをおこして10になってしまうのが2進法の演算の原理です。10進法の演算になれたわたくしたちには，いささかあっけなく桁上りをおこしてしまうので，常識はずれの感じがしますが，コンピュータの内部ではむしろこのほうが記憶の原理とも軌を一にするので，はるかに合理的なのです。

## 2進数と加算

それでは2月号で説明した，0から9までの数のあらわしかたをいまいちど復習してみましょう。0から9までの数をあらわすためには，電球4個の，つまり記憶素子が4つ必要でした。

0000　……0
0001　……1
0010　……2
0011　……3
0100　……4
0101　……5
0110　……6
0111　……7
1000　……8
1001　……9

この2進法による0から9までの数のあらわしかたは注意してみると0に2進数を1ずつ加えていくと作れる

ことに気づかれるはずです。

つまり，１は０００００と０００１を加えたもの，２は０００１と０００１を加えたものです。

計算式を書いてみるとよくわかります。

```
   0 0 0 1↓
+  0 0 0 1
-----------
   0 0 1 0 （1と1を加えると桁上りして10になる）
```

３は２に１を加えたものです。

```
   0 0 0↓1 ↓
+  0 0 0 1
-----------
   0 0 1 1 （1と0を加えると桁上りなしで1になる）
```

次にさらに１を加えて４にしてみましょう。

```
     0 0 1 1
+    0 0 0 1
- - - - - - -
       1 0
-------------
     0 1 0 0
```

（１と１を加えると桁上りして10になる）
（10と10を加えると桁上りして100になる）

途中をとばして７に１を加えて８にしてみましょう。はじめの表をみると７は０１１１です。

```
     0 1 1 1
+    0 0 0 1
- - - - - - -
         1 0
- - - - - - -
       1 0 0
-------------
     1 0 0 0
```

（１と１を加えるので右はしの桁は10になって桁上り）
（10と10を加えるので右から２番目の桁も桁上り）

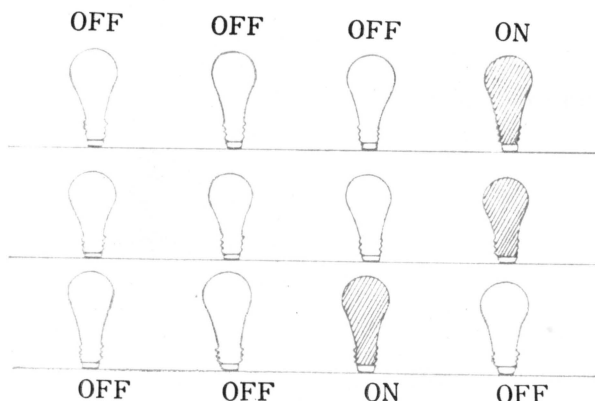
以上のようなぐあいで，２進数の演算はごくかんたんな法則からなりたっていることがおわかりになると思います。

0 ＋ 0 → 0
0 ＋ 1 → 1
1 ＋ 0 → 0
1 ＋ 1 → 1 0（桁上りして10になる）

これを電気的にＯＮとＯＦＦの状態を対応させてみると次のようになります。

ＯＦＦ ・ ＯＦＦ → ＯＦＦ
ＯＦＦ ・ ＯＮ → ＯＮ
ＯＮ ・ ＯＦＦ → ＯＮ
ＯＮ ・ ＯＮ → ＯＦＦ

（桁上りした部分がＯＮ）

２進数の演算がコンピュータにとって，非常に合理的な方法であることは，もうおわかりになったことでしょう。とにかくどんなに長い桁数の数を計算しても，いま

説明したような法則にしたがって，桁上りに注意しながら加え合わせていけばよいのですから，幼稚園に通っている子供でも，かんたんに解けるはずです。

```
   0 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1
+  0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 1
------------------------
 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```

２進数の加算の方法がわかったついでに，減算の方法も説明しておきましょう。

５－３＝２ はどのように計算したらよいでしょうか。

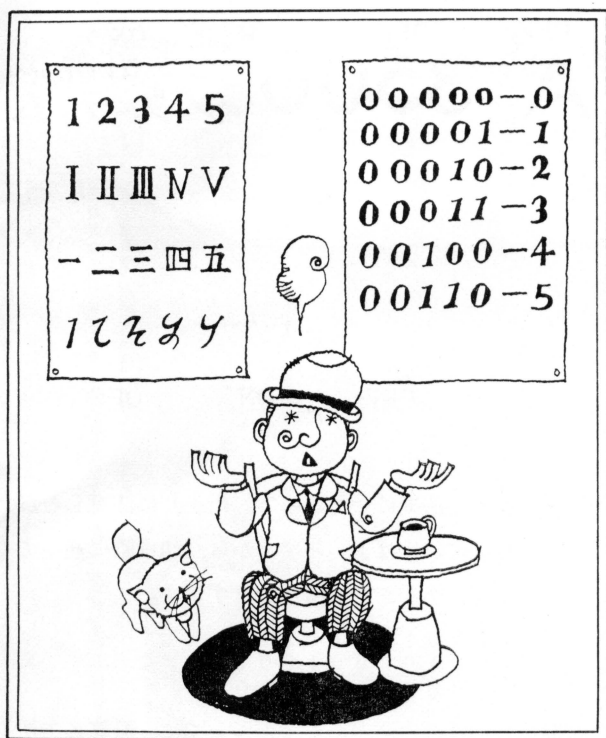
```
   0 1 0 1↓   ……5
-  0 0 1 1    ……3
-----------
       ? 0  （1引く1は0，0引く1は？）
```

０引く１の場合は，ひとつ上の桁から１を借りてくればよいわけです。１０引く１で１になり借りられたほうは０になります。したがって，答えは ０ ０ １ ０……２になります。

```
   0 1 0 1
-  0 0 1 0
-----------
   0 0 1 0
```

しかし，このように，うまくとなりの桁があれば話はかんたんですが，ずっと離れたところまで０が並んでいると，ことはめんどうです。 17－２ の場合は次のようなぐあいです。

```
   1 0 0 0 1
    (0)(1)(1)
-  0 0 0 1 0
-------------
   0 1 1 1 1
```

ひとつ上の桁に１を借りてくるために３桁先にある１のところまでさかのぼっていかねばなりません。ところが，こんなめんどうなことをしなくても，うまく処理できる方法があります。それは補数を使う手です。りくつ

は抜きにして，補数を作ってみましょう。

2進数の補数は次のように作ります。

(1) 右端（末尾）の桁からはじめて1がでてくるまではそのままにしておく。

(2) 1が出てきたらその次の桁から，左端（最上位）の桁までの間の0は1に，1は0にひっくり返す。

こうしてできた補数を引かれるほうの数に加えてやればよいのです。この場合，左端（最上位）の桁では桁上がりがおこっても，そのままにして切り捨ててしまいます。結果がプラスのときは必ず桁上りがおきます。

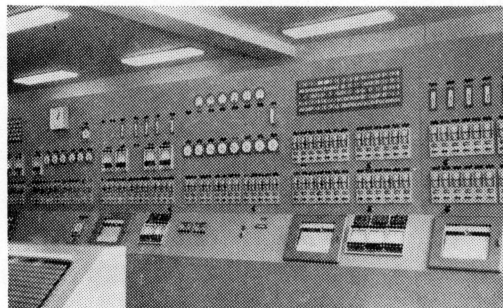
5－3　を補数を使って計算してみましょう。0011の補数は最末尾が1ですから右から2番目の1から逆になって，1101となります。

```
   0101   (5)
+  1101   (3の補数)
  10010  →  桁上り分をとると　0010
```

17―2　もついでに計算しましょう。補数は，2が桁合わせして00010ですから11110です。

```
   10001   (17)
+  11110   (2の補数)
  101111  →  桁上り分をとると01111
```

答えがマイナスになるときもついでに説明しましょう。

2－3　は，0010と3の補数1101を加えればよいわけです。

# 情報管理時代の新鋭機

インフォメーション・マネージメント

CONTROL DATA CORPORATION

# CONTROL DATA® 3500 電子計算機システム

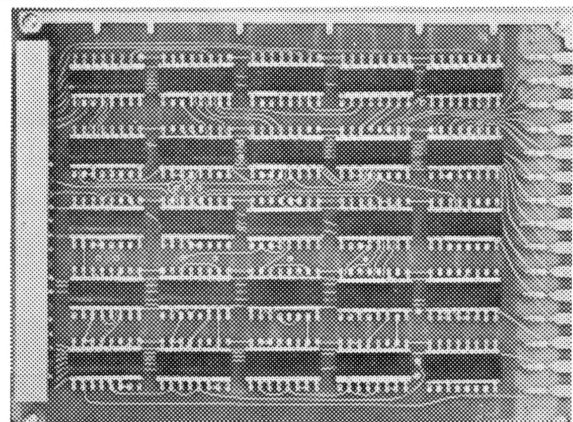
## CONTROL DATAがはじめて可能にしたタイムシェアリング時代の実用機です

●CDC 3500は，CDC 3300とともにタイムシェアリング機能をもつ最新の高速電子計算機で，すぐれたパーフォーマンスはあらゆる分野の問題を経済的に処理します。

## えらびぬかれた技術の粋が，タイムシェアリング時代をリードします

●ページ方式によるダイナミック・リロケーション・ファイル，INTEBRID®回路，などの新技術が高速演算処理能力を実現し，システム全体の信頼性を高めました。

## ハードウェア，ソフトウエアの両面からタイムシェアリング機能を完成させました

●ハードウエアではページ・メモリ，ソフトウエアではMASTER（オペレーティング・システム）など，タイムシェアリングを両面から完成させた新鋭機です。

INTEBRID®回路

●お問い合せは下記へ

CONTROL DATA FAR EAST, INC.

コントロール・データ・ファー・イースト

東京都港区西麻布4丁目15番23号　第5興和ビル

☎409—2431（代）

```
  ００１０
＋ １１０１
  １１１１
```

この結果は桁上がりがおきません。桁上がりのおきないものはマイナスの数で，しかもその結果は補数であらわれます。１１１１がなんの補数かは，いまいちど補数を作ってみるとわかります。

０００１　（１１１１の補数）

つまり，結果はマイナス１です。

２進数の演算は加算も減算もすべてこのように加算ですませることができます。また乗算は加算をくり返せばよいわけですし，除算は減算をくり返せばできるわけですから，原理的には，加算だけで４則演算がすべてこなせることになります。

## ２進数と10進数

それでは２進数について，いま少し勉強してみましょう。２進数の桁上りと位どりです。まず２進数の１は，０００１でした。次に１に１を加えると桁上りをおこして，００１０になることはもうおわかりでしょう。右から３番目に桁上りをおこすのは，３に１を加えたとき，つまり４になったときでした。また，右から４番目（４桁のうち左端の桁）への桁上りは７に１を加えたときにおこりました。

つまり２進数は右端から順に″1″″2″″4″″8″の位というように桁上りがおきていくわけです。

1, 2, 4, 8 という数の並びかたをみると，さらに次のようなことがわかるはずです。

### ２進数の位どりは右端（最小の桁）を１として２を掛けていけばよい

これを表にまとめてみましょう。

| 右端から数えた桁数（そこまでに必要な桁数） | 位どり | あらわせる数（10進数に変換した数） | あらわせる数の種類 |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0 ～ 1 | ２つ（０と１） |
| 2 | 2 | 0 ～ 3 | 4つ…$2^2$ |
| 3 | 4 | 0 ～ 7 | 8つ…$2^3$ |
| 4 | 8 | 0 ～ 15 | 16……$2^4$ |
| 5 | 16 | 0 ～ 31 | 32……$2^5$ |
| 6 | 32 | 0 ～ 63 | 64……$2^6$ |
| 7 | 64 | 0 ～127 | 128……$2^7$ |
| 8 | 128 | 0 ～255 | 256……$2^8$ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |

この表をよく見てください。左端の列をビット数，つまり，２月号の記憶のしくみで電球を例にして説明した素子の数とすると，右端の数の種類は素子の数によって得られる組み合わせの数と同じであることに気づかれるでしょう。

そして，組み合わせの数と位どりの関係は，左端の位置（最高の位）が，ちょうど組み合わせとしてとれる数を２で割った数であり，組み合わせの数とあらわせる数値の関係は，０から組み合わせの数－１までということがわかるはずです。

２進数を10進数に変換して読む方法はそれぞれの位がいくつの位かを知っておいて，その位が１のときは加え，０のときは加えないようにして計算していった答えということになります。たとえば，７は０１１１ですが，次のように説明できます。

```
8の位 4の位 2の位 1の位
  0     1     1     1
---------------------
                    1 （１の位が１）
                    2 （２の位が１）
+                   4 （４の位が１）
---------------------
                    7
```

もっとたくさんの桁が並んでも同じことです。１０１１０１０１１０１　がいくつになるか，ちょっと計算してみましょう。

```
 1     0   1    1    0   1   0   1   1   0   1
(1024)   (256)(128)    (32)     (8) (4)     (1)
                                            1
                                            4
                                            8
                                           32
                                          128
                                          256
                                    +    1024
                                    ---------
                                         1453
```

２進数を10進数に変えるには，このような計算をしてみればよいわけですが，ついでに10進数を２進数に変えるかんたんな方法を説明しておきましょう。

10進数を2進数にかえる手順は次のようにかんたんです。

(1) 10進数が奇数だったら1を引いて2進数の右端に1と書く。偶数だったらなにも引かないで0と書く。

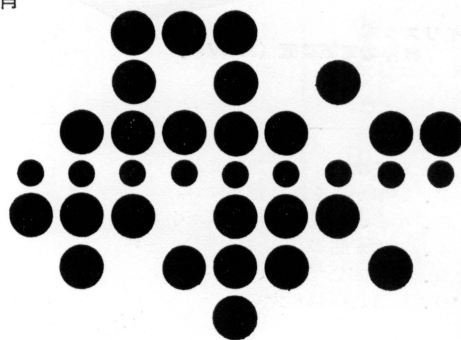
(2) 次に，10進数（引き算をしたときはその答え）を2で割る。もし，はじめの10進数が0か1だったら，2で割ることができませんからそれで終わりです。

(3) 2で割った答えが奇数だったら，(1)のときと同じように，1を引いて，2進数の次に大きい位のところに1と書く。偶数のときはなにも引かないで次の位に0と書く。

(4) (2)と同じように答えをさらに2で割る。そして(3)と同じように奇数だったら，1を引いて2進数の次に大きい位のところに1と書く。偶数だったら0と書く。この手順を最後に割った答えが1になり1を引くと0になってしまうところまでくり返す。

この方法で，2進数から10進数に変換する例として計算した1453をふたたび2進数にもどしてみましょう。

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1453 | − | 1→ | 1452……… | 1（1の位） |
| 1452 | ÷ | 2→ | 726……… | 0（2の位） |
| 726 | ÷ | 2→ | 363 | |
| 363 | − | 1→ | 362……… | 1（4の位） |
| 362 | ÷ | 2→ | 181 | |
| 181 | − | 1→ | 180……… | 1（8の位） |
| 180 | ÷ | 2→ | 90……… | 0（16の位） |
| 90 | ÷ | 2→ | 45 | |
| 45 | − | 1→ | 44……… | 1（32の位） |
| 44 | ÷ | 2→ | 22……… | 0（64の位） |
| 22 | ÷ | 2→ | 11 | |
| 11 | − | 1→ | 10……… | 1（128の位） |
| 10 | ÷ | 2→ | 5 | |
| 5 | − | 1→ | 4……… | 1（256の位） |
| 4 | ÷ | 2→ | 2……… | 0（512の位） |
| 2 | ÷ | 2→ | 1 | |
| 1 | − | 1→ | 0……… | 1（1024の位） |

0になるともう割れませんからこれで終わりです。こうして変換した結果を読みやすいように横に書き直してみましょう。

1　0　1　1　0　1　0　1　1　0　1
(1024の倍)(256の倍)(128の倍)　(32の倍)　(8の倍)(4の倍)　(1の倍)

前のページの例とくらべあわせると，同じ2進数にもどったことがわかります。

さて，2進数は以上のような性質の数だということがわかりましたが，コンピュータの演算装置での演算の方法と2進数の演算とがどのような関係になっているかをかんたんに説明することにしましょう。

## コンピュータの演算装置

コンピュータの演算は，原理的にはすべて2進法で行なわれます。しかしコンピュータで計算された結果を使うのは人間である以上，なんらかの方法で10進数と結びつけておくか，人間のとり扱う数の最大，最小の限度を考えていちどに計算できる桁数を制限し能率をよくすることも無意味なことではありません。

このようなことから，現在のコンピュータにくみこまれている演算装置は次のように大別されます。

a　4ビット（数字1桁分）を単位とした2進化10進演算を行なう。

b　いちどに計算できるビット数を制限して純2進演算を行なう。たとえば，1桁分の4ビット～8ビット，1語分の24ビットとか48ビットを単位とする。

コンピュータの種類によっては，a，bのいずれかに限定して演算装置を組みこんでいるものもありますし，両者の計算方法を命令によって選択できるように両方とも組みこんであるものもあります。

2進化10進演算は4ビットずつの数値を計算し，答えが10より大きくなったら（4ビットでは0から15まで表わせる）ひとつ上の桁で調製するようにしながら計算していく方法で，純粋な2進演算にくらべればコンピュータとしての効率がよくないことは明らかですが，計算するためのデータも計算結果も，10進数のかたちでとり扱えるので，10進→2進，2進→10進の変換のようなことをいちいち考えなくてもすみます。

事務系統のデータの処理では計算があるといっても，かんたんな四則演算が多いので，かえって，2進化10進

演算方式のコンピュータのほうがとり扱いもらくなことが多いようです。答えが10より大きくなったとき，ひとつ上の桁で調製するようなことは，自動的に演算装置でやってしまいますから，使う人はなにも知らなくてよいわけです。

純2進演算はコンピュータとして能率のよい計算方法ですから，とうぜん計算のステップの多い仕事には適している方法です。

とくに桁数の大きい数値を扱うときは，少ないビット数で大きい数値がとり扱えるので有利なわけです。たとえば，数字1字4ビットとして10進数3桁分は12ビットです。3桁の10進数は999までですが，2進数では12ビットあれば10進に換算して4,095まであらわせます。ビット数がふえればふえるだけ差はひらくばかりです。ただ2進数は，データを入れるときや計算結果をとり出すときに，そのままではとり扱いにくいので，10進数に換算するのがふつうです。

また，2進数の演算は桁上りの関係で，計算するものどうし桁合わせをして上の位はゼロを埋めておくようにしないと，桁上がりがうまく処理できません。そのため無制限に長い桁数をとり扱うようにしておくと桁合わせがやっかいになるので，いちどに計算するビット数を制限しておくのがふつうです。しかし，制限を設けると，それより長い桁数の数を扱うのがふべんになります。とくに，小数点つきの乗除算で答えの桁数が長くなるときはへたに答えの切り捨てをしたりすると精度が下がってしまいます。そこで考えられたのが浮動小数点演算方式です。

この方法では小数点以下がなん桁かという桁数を下す指数を数値とは別に作っておき，指数と数値とを切りはなして別々に計算します。このようにすると長い桁数の中のどこに小数点がくるか，すぐにわかるのでべんりです。

浮動小数点の演算はひじょうに大きい数でゼロがうしろにやたらにつくときや，逆にひじょうに小さい数で小数点のあとにゼロがいっぱい並ぶような場合には最適の方法といえます。

計算の方法は一般的に純2進演算を応用した方法がとられています。

みんなの電子計算機

だれでもできる

# 電子計算機のプログラミング実習(Ⅳ)

## 出題・解答用紙付

富士学院専任講師
福村　茂

電子計算機の演習問題は好評を博してきましたが，新年号から，新しくプログラム学習方式によるプログラミング演習問題を連載することになりました。このプログラム学習とは，初心者に，電子計算機のプログラムは何か？　それはどうやって行なうものか？　などを段階的に教える方式で，最近もっとも多く採用されています。実際に，2～3の電子計算機メーカーでも，プログラマー養成のために用いてもいます。あせらず，じっくり学習してください。かならず，プログラミングの大体が身につくものと確信しています。　**(編集部)**

### プログラミングとは

電子計算機は，複雑な計算を超スピードで，しかも，まちがえずに何回でもやってくれます。しかし電子計算機は問題のとき方を，自分で考え出しながらやっていくのではありません。問題の解き方は，人間が考え出したもので，その解き方をそのまま電子計算機がおぼえこんで，その通りにやっていきます。そのため，仕事をいろいろとやらせるときは，やはり人間の方で，仕事をやっていく，こまかい順序を考えて，それをおぼえこませて，超スピードでまちがいなく，そのこまかい順序をたどらせて，仕事をさせるのです。

このこまかい手順をたどらせ，仕事をさせるために書いたものをプログラムといいます。そして，このプログラムを書いていく作業をプログラミングといい，プログラミングを専門的にやる人をプログラマーといいます。

わたしたちは，プログラムの書き方，つまりプログラミングの勉強をすれば，電子計算機を使うことができるようになるわけです。

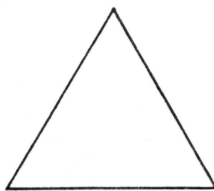
ところで，このプログラミングの勉強につごうのよいようにつくられたプログラミング言語に，SIP言語があります。

SIPとは Symbolic Input Program の略で，電子計算機に対する命令を記号で書き，でき上ったプログラムを電子計算機に入れると，記号命令を機械語に翻訳して，翻訳完了後ただちに計算を実行できるようにしてある一つの翻訳プログラムです。

## (1)

前回までで，四則計算の簡単なプログラムを完成することができました。前回の例にならって三角形の面積を計算するプログラムを作ってみます。

・

## (2)

三角形の面積は，

$$\frac{底辺の長さ \times 高さ}{2}$$

で計算されます，

したがって面積Sを求めるために必要な数値は，底辺の長さaと，高さhと，分母にある2です。

## (3)

いま，a＝30cm，h＝20cmの三角形を考えます。

| 番地 | 内容 |
|---|---|
| 100 | 2 |
| 101 | a |
| 102 | h |
| 103 | S |

$$S=\frac{a \times h}{2}$$

により面積Sを求めて，aとhとSを一行にプリントするプログラムを作ります。それぞれの数値と番地との関係は表のようにします。命令群の格納は200番地以降とします。

## (4)

| | |
|---|---|
| SIP　10.　　……頭書 | |
| LOAD(□)…命令群格納開始 | 200 |
| ×／～. | |
| □ | A／101. |
| □　$S=\frac{a \times h}{2}$ の計算 | M／102. |
| □ | D／100. |
| T／103. | |
| PO／□…a，h，Sのプリント | 101(3)103. |
| H／～.　　…計算機停止 | |
| □ (100)……数値群格納開始 | LOAD |
| ＋2. | |
| □　……a　数値 | ＋30. |
| □　……h | ＋20. |
| □…プログラム格納終り，Restart で命令実行 | START (200) |

SIP 10 から始めて，START (200) でしめくくり，プログラムが完成されました。

## (5)

しかし，このプログラムは底辺の長さaが□cm，高さhが□cmの三角形についてのみ有効です。

30，20

## (6)

もし，aが25cm，hが10cmのときは上のプログラムのうち数値の格納の部分を次のように改めねばなりません。

| | |
|---|---|
| LOAD (100) | |
| ＋2. | |
| □ | ＋25. |
| □ | ＋10. |

## (7)

また，aが20cm，hが5cmのときは次のようになります。

| | |
|---|---|
| LOAD (100) | |
| □ | ＋2. |
| □ | ＋20. |
| □ | ＋5. |

## (8)

このように，三角形の底辺の長さと高さが変わると，100番地の内容(＋2.)は変わり□が101番地と102番地の内容は変わり□。

ません
ます

## (9)

100番地から102番地まではプログラ

料金受取人払

東京中央局承認

1186

差出有効期間
昭和43年10月
31日まで

郵便はがき

(受取人)

**東京中央局区内**

千代田区大手町1－3
サンケイビル

コンピュータ・エージ社
COMPUTOPIA編集部行

キリトリ線

ご住所

お名前

ご職業　役職地位　年令　才　(男・女)

電子計算機のプログラミング実習

## ご解答について

本文（143頁）の出題に対する解答を、この用紙裏面の解答欄にご記入の上、お送り下さい。添削の上、ご返送します。なお正解者200名様に、抽選の上記念品を差し上げます。4月20日までにお願いします。

# COMPUTOPIA　4月号

# 電子計算機の プログラミング実習　解答用紙

以下の解答欄に記入下さい。

---

〔問　題〕

```
SIP10.
LOAD ([          ])
[      ] RN/~.
T/101.
[                    ]
[                    ]
[                    ]
T/103.
X/~.
[                    ]
[                    ]
M/103.
[                    ]
[                    ]
PO/ [              ]
[                    ]
LOAD (100)
[                    ]
START (300)
```

ムの一部としてあらかじめ計算機におぼえこませるために，命令群といっしょにして一本の紙テープに数値群もパンチされているわけです。したがって同じ三角形の面積を計算するプログラムなのに，底辺の長さと高さが変わるたびにプログラムの一部を変更してテープを作りなおさねばなりません。これは不便です。

## (10)

そこで，一度計算機に憶えこませたプログラムは変えないで，数値だけいくらでも変えられるようにします。

そのために，プログラムをパンチしたテープ(プログラム・テープ)と，よく変わる数値のみをパンチしたテープ(データ・テープ)とを別々に作ります。ただし，プログラムの方はデータ・テープを読込む命令をつけ加えたものにしておきます。

## (11)

プログラムの一部として命令群といっしょに，あらかじめ数値群を憶えこませるときはＬＯＡＤという［　］を使いました。これに対しプログラム実行の途中で，必要に応じて「数値を読込め (Read Numeric)」という［　］をするには ＲＮ／～. と書きます。この［　　］という命令により，入力装置にかけておいたデータ・テープから1個の数値が読込まれて，ＡＣＣに入ります。

指令

命令

ＲＮ／～.

## (12)

$S=\frac{a\times h}{2}$ において，分母の2という数値は，三角形の形が変わっても変わりませんから，プログラムの一部として，命令群といっしょにあらかじめ100番地に格納しておくことにします。

## (13)

データ・テープから読込む必要があるのは底辺の長さａと［　　］です。これらは読込まれた後，各々［　］番地と［　］番地に書き入れられることになります。

高さｈ

101

102

## (14)

［　　　］から1個の数値を読込んで，それを101番地に書き入れるには，次のようにします。

ＲＮ／～.　…数値を1個読込む(その数値はＡＣＣに入っている)

Ｔ／101.　……読込んだ数値を101番地へ入れる。

同様にして，1個の数値を読込んで，102番地へ入れるときは次のようにします。

［　　　］

［　　　］

データテープ

ＲＮ／～.

Ｔ／102.

## (15)

| a | h |
|---|---|
| ＋30. | ＋20 |

←
入力装置に読込まれる方向

ａ (＝30cm)とｈ(＝20cm) がテープに図のようにパンチされているとします。

「ａとｈとを読込んでＳの計算をし，ａとｈとＳをプリントして計算機を停止させる」という一連の仕事を考えます。

［数値を1個読込む］
↓
［読込んだ数値（ａの値）を101番地に入れる］
↓
［数値を1個読込む］

↓

読込んだ数値（hの値）を
102 番地に入れる

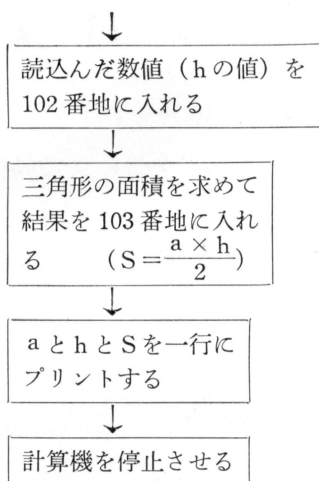
↓

三角形の面積を求めて
結果を 103 番地に入れる　　$(S=\frac{a \times h}{2})$

↓

aとhとSを一行に
プリントする

↓

計算機を停止させる

## (16)

上のフロー・チャートを見ながらコーディングをしてみましょう。2という数はプログラムの一部としてあらかじめ 100 番地に格納することにし，命令群は 200 番地から格納します。

| コーディング | 答 |
|---|---|
| ［　　］ | SIP10. |
| ［　　］ | LOAD (200) |
| RN／〜. | |
| T／101. | |
| ［　　］ | RN／〜. |
| ［　　］ | T／102. |
| X／〜. | |
| ［　　］ | A／101. |
| M／102. | |
| ［　　］ | D／100. |
| ［　　］ | T／103. |
| ［　　］ | PO／101. (3)103. |
| ［　　］ | H／〜. |
| LOAD (［　　］) | 100 |
| ＋2. | |
| ［　　］ | START (200) |

## (17)

このプログラムは1組のaとhの組合せ，すなわち，1種類の三角形についてのものです。もし，データ・テープにつづいて，次の組のaとhとの数値がパンチされていて，その組についても面積Sの計算を行わせるには，この前にやったのと同じ仕事をもう一度行なわせればよいわけです。すなわち，いまたどってきた命令群を，またはじめから繰りかえせばよいことがわかります。

## (18)

そこで，a，h，Sのプリントが終わったあと，［　　］の命令で計算機を休めさせないで「もう一度，aとhの読込みから命令を繰りかえせ」という命令をします。

H／〜.

## (19)

もう一度くりかえさせる命令群の最初の命令の左に　PP1）と書いておきます。すなわち［　　　　］とします。そして，さきほどの計算機を停止させる命令［　　］を消して，その代わりにJ／PP1. と書いておきます。

この［　］／PP1.　という命令は，「PP1)という目印のついている命令のところへ Jump（飛び越し）しなさい」という意味です。

PP1) RN／〜.

H／〜.

J

## (20)

［　　］という目印はRN／〜. の左へ先ほどつけましたから，J／PP1. の命令によりRN／〜. の命令へ飛んでいき，計算機はそこから再び命令を実行していきます。すなわち前に実行した命令群をもう一度繰りかえすわけです。

PP1)

## (21)

PP1は Program Point 1 の略で，

飛び越しをするときに使われる目印です。一般に PPn とするとnは1～99の囲範で自由にえらんでよく，nの大小は命令の実行順序と無関係です。飛んでいく先の命令の左側につけるときは，右カッコのみつけて，命令との境にします。

PP5）X／～．のように。この場合，他にもPP5）のついた命令があってはいけません。どちらのPP5）へ飛んでいったらよいのか，わからないからです。

## (22)

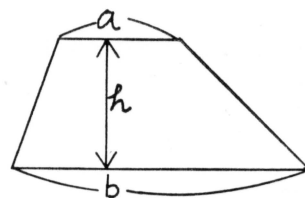
それでは，繰りかえしをやらせるように直したプログラムの，命令群のみを書いてみます。

```
PP1）RN／～．
       T／101．
[      ]          RN／～．
[      ]          T／102．
[      ]          X／～．
[      ]          A／101．
[      ]          M／102．
D／100．
[      ]          T／103．
PO／101（3）103．
[      ]          J／PP1．
```

## (23)

これで，一度スタートしたら，「aとhを読込んで三角形の面積Sを計算し，aとhとSをプリントする」という一連の仕事を何回でも限りなく繰りかえすことになります。しかし，普通，aとhを組み合わせた数値の組はあるかぎられた個数だけ作ってテープにパンチしてあるので，必要な個数だけ計算したら計算機を止めるようにすべきです。

必要な個数の数値だけ読込んで計算し終ったら計算機を止めるようにする方法は次に考えることにしましょう。

### 〈問　　　題〉

図のような台形の面積Sは

$$\frac{(上底(a)+下底(b))\times 高さ(h)}{2}$$

で求められます。データ・テープにa，b，hの値を組合せた数値が何組かパンチしてあります

| （a | b | h） | （a | b | h） | （…… |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ＋5． | ＋10． | ＋4． | ＋10． | ＋20． | ＋10． | … |

← 読込まれていく方向。

| 番地 | 内容 |
|---|---|
| 100 | 2 |
| 101 | a |
| 102 | b |
| 103 | h |
| 104 | S |

番地と内容との関係を上図のようにします。「aとbとhを読込んで面積Sを計算し，aとbとhとSを一行にプリントする」という仕事を連続して計算機に行わせるプログラムを考えてください。プログラムの命令群は300番地から格納します。

```
SIP10．
LOAD([      ])
[      ]RN／～．
T／101
[      ]
[      ]
[      ]
T／103．
X／～．
[      ]
[      ]
M／103．
[      ]
[      ]
PO／[      ]
[      ]
LOAD（100）
[      ]
START(300)
```

## ニュース・ディスク

### ニューズ

### 海　外

#### 世界最大の合併は可能か？ 英国のＩＣＴの動き　〈イギリス〉

英国最大の電子計算機メーカーＩＣＴ社が英国のメーカーのほとんどを団結させる一大コンピュータ・メーカーの成立を検討している。

ＩＣＴ社会長 Arttrer Maxwell 氏によれば，この試みはこの数ヵ月間，ＩＣＴと政府ＥＥ (Englislr Electric) 社，その他の関連企業間で討議されている。

目的は，多くの企業を１つにまとめて，強力な英国電算機産業を形成するというもので，ＩＣＴはその中核の企業になると Maxwell 氏はいう。

この具体的な動きの第一段階としては，ＩＣＴとＥＥの間でできた新しい組織に Elliott Automation と Marconi 社の計算機活動を吸収しようという話しである。

これはＩＣＴとＥＥの合併が考えられていたここ数ヵ月間には考えられぬことだった。ＩＣＴは1900シリーズで大きな成功を納め，３ヵ年間に1,000台，2.4億ドル（８６４億円）を販売している。

ＥＥ社は最近２ヵ年間に60台を売ったが利益は出ていないものと信じられている。というのはカストマーはほとんどが政府筋であり，大型機が中心となっていて，しかも実際に出荷されたものは販売台数よりもかなり下回るものである。

#### ＲＣＡCom. 多用途データ・チャンネル提供　〈アメリカ〉

ＲＣＡ Communications 社は電信，電話，ファクシミリ，データ伝送を同一回線で電送できるボイス・グレード国際通信回線のサービスをはじめると発表した。

このサービスは″シリーズ100″と呼ばれるもので，毎分100語のスピードを２回線のテレプリンタ・チャンネルを提供するもので，ユーザーは自分の欲している通信モードを押しボタン式電話を利用して選択できる。

Howard R. Howkins 社長によれば，これらの回線は通信衛星を介して行なわれるもので，費用は米国内での標準的なシリーズ100のレンタル料は月額6,500ドルだが，ヨーロッパ地区では9,000ドルになろうという。

#### ハネウエル社年商10億ドルを突破　〈アメリカ〉

ハネウエル社は1967年にはじめて10億ドルの大台に乗る売上げを記録した。

James H. Binger 会長によれば，この記録は下半期における販売の伸びが大きく貢献したものという。

同社の1967年の売上げは，世界全体で10億4,400万ドル（3,758億円）で1966年の９億1,400万ドル（3,290億円）から15％の伸びを示した。

利益については公表されていないが，第４四半期には，年半ばに実施したセールス・リースバックの効果が出ているとみられるため改善されていると考えられる。

## 国内

### 電子計算機導入動向

〈高千穂交易〉

■婦人用下着専門メーカー(株)ワコールでは，このほどバロース500 ファミリー・システムのうちＢ500電子計算機の導入を決定した。

同社は従来バロース会計機を本社，支社に設置しての事務機械化を実施してきたが，年々の事務量増加に対処するため，今回の導入となったもの。なお，主な処理業務としては，販売統計，在庫管理資料の作成，売掛管理．資材管理，工程管理の機械化を目指している。

■三菱石油では，大型電子計算機Ｂ6500を発注した。

同社は従来からＵＳＳＣ—90を使用して事務計算を行ない，また三菱原子力の電算機を利用してＯＲ計算をおこなっており，特にＬＰ計算シミュレーションに関してはわが国のトップ・レベルにあるが，その長い経験と製油所におけるプロセス・コントロールD. D. Cの実験などの蓄積をもとにして．三菱石油独自の画期的用途を考えている。

■日本電子計算(株)（ＪＩＰ）では，このほどバロース500 ファミリー・システムの新鋭機Ｂ—3500 の導入を決定した。今回のＢ—3500の導入決定により，Ｂ5500，Ｂ220，Ｂ383，Ｂ270，Ｂ283が一堂に揃うことになった。

〈日本・アイ・ビー・エム〉

■三井造船では，ＩＢＭシステム360—20を本社にＩＢＭシステム360—40を千葉造船所にそれぞれ設置し，この間を1200ボーの専用電話回線で結んだ。わが国では初のコンピュータ同士のオンライン，システムを実施する。

当社がこのシステムを採用した目的は，造船の価格，納期などの見積り業務を迅速化することにより船主に対するサービスの向上を図ることにある。

〈日本レミントン・ユニバック〉

■中部電力では，48年を目標に経営情報システムを完成するため，このほど UNIVAC 1180 超大型電子計算機を設置した。同社は，この経営情報システム完成を目指し，長期的計画を立案，経営計画をはじめ生産，販売，調定，建設，労務の各管理システムを有機的に結びつけた電力会社でも，ユニークなシステムを作りあげてゆく予定である。なお，1108は野村証券などにつづきわが国４番目の設置となる。

〈日本事務器〉

ＮＥＡＣ1240超小型電子計算機は昨年２月発表以来１年を経過したが，この間受注累計300台をこえ，１日１台の受注ペースを持続していることになる。

なお，最近では明電舎，帝国臓器製薬(株)，小松フォーク・リフト(株)などがある。

### コンピュートロン社会長，本誌を訪問

去る２月14日，米国の大手磁気テープ・メーカーであるコンピュートロン社の会長，アルバート・Ａ・フリード氏が本誌を訪問。稲葉秀三社長と日米のコンピュータ業界，ユーザー状況について懇談，意見を交換した。

同氏の今回の来日は，日本の総代理店，日商との代理店契約を記念するとともに，同社が今度開発した画期的磁気テープの新製品〝ＴＶＰ２〟のＰＲおよび日本市場の視察を兼ねたものである。

同氏によれば，米国における磁気テープ産業の成長には目を見張るものがあり，年間7,000万～8,500万ドルにのぼるという。また，テープ需要がコンピュータの普及の指標になるという。その意味から日本は有力なマーケットとなると語っていた。

## 新製品

### ヨンカー・ターマトレックス・システムを販売

〈高千穂交易(株)〉

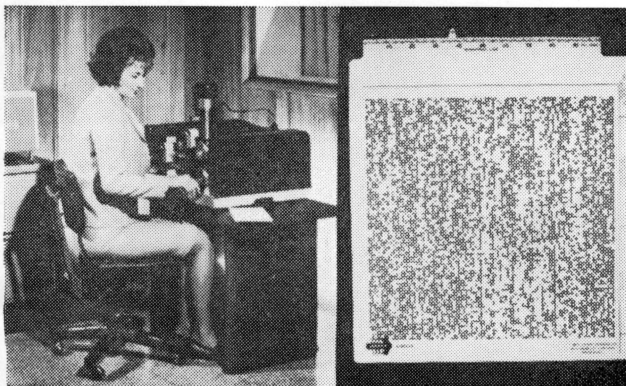
高千穂交易では，このほど米国ヨンカー・コーポレーションと総代理店契約を結び，同社製ターマトレックス・システムを販売することになった。

本システムは，情報検索，ドキュメンテーションに使用されるユニークなシステムで各種文献の検索に，科学資料，化学分析データの相互関係の調査，経営資料作成などに使用されている。

このシステムでは，プラスチック製のターマトレックス・カードを基本として用い，文献の内容をあらわす諸特徴（タームまたはキーワード）に対応する各々のカードに，それらの特徴を含む文献番号を記録させる。いくつかの要望事項を持つ文献を検索するときは，諸特徴をもつカードをリーダーにかけると必要な文献番号の位置に光点が見え，この位置の座標から要求文献の番号を読みとる。本システムの特徴は①１枚のカードには１万件の文献番号が記憶できる。それ以上の場合は，カード・サイドのノッチ処理により合計10万件まで記録できる。②特徴項目はいくつでもとれる（通常1,000項目）③検索する際は，ターマトレックス・カードを出し入れすることにより即座に要求文献の有無がわかる。④コンピュータとの連続可能などとなっている。

価　格　320万～1900万円

連絡先　東京・千代田区神田小川町２の12

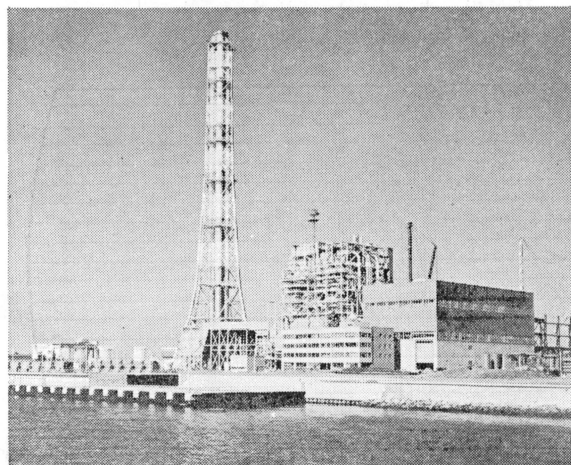
TEL (294) 1951

### ファシット4210磁気テープ・レコーダ

〈チェルベルジ(株)〉

ファシット 4210 磁気プーテ・レコーダーは，タイプライタ，加算機，金銭登録機，会計機，伝票発行機などで作成するデータを記録する紙テープにかわって，磁気テープで記録する装置である。

紙テープが１件の処理に１回かぎりというのに比べて，磁気テープの場合は非常に低コストとなると共に，処理時間が大幅に短縮される。端末に上記常能機を使用し，中央の電子計算機で処理しているような，磁気テープ・ベースのユーザ，あるいは外部の計算センターに委託計算している中小のユーザーにも最適。なお本機は，7,9トラックのテープに適応し，ＩＳＯ，ＩＤＭ，ＥＣＭＡの規格に合致したものである。価格：75万円

連絡先　東京　港区赤坂３-２-６

TEL (582) 7171

## TVP 2 磁気テープ

〈日　商(株)〉

日高原子力部では，このほど米国磁気テープメーカーコンピュートロン社の新製品″TVP 2″発表した。第3世代の磁気テープと銘打つ本製品の特徴は

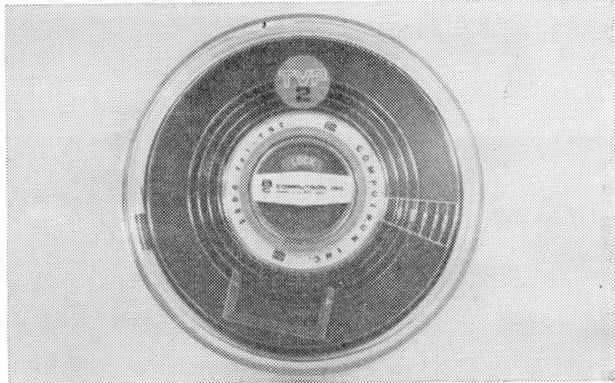
①磁気ヘッドの摩耗が非常に少ない。テープの摩耗性については，新品IBMヘッド Part No. 347892 の摩耗が 100 パス後に 500 マイクロインチを超えることはない。

②テープの両端の切口が非常に整っており，エラーの原因となるくずを発生せず，またテープが損傷を受けにくい。スキュー特性も一段とよくなっている。

③耐久度が非常にすぐれており，最初の 200 パスの全長パスの例だと平均パス当りエラーは1回以下である。

連絡先　東京・中央区日本橋江戸橋1の10

TEL (273) 5111 原子力部電子機器課

料金受取人払

郵便はがき

東京中央局承認

1185

差出有効期間
昭和43年10月
31日まで

(受取人)
東京中央局区内
千代田区大手町1－3
サンケイビル

コンピュータ・エージ社
COMPUTOPIA 編集部行

キリトリ線

ご住所

お名前

ご職業　　役職 地位　　年令　　才　　(男・女)

# 読者調査にご協力下さい

COMPUTOPIA をご購読いただき誠に有難とう存じます。ご手数ですが、以下のアンケートにご協力下さい。読者各位のご意見を参考に、より一層、誌面の充実をはかりたく存じます。ご協力いただいた方々のなかから抽選で５０名様に COMPUTOPIA のファイルを差し上げます。
４月30日までにお願いします。

# COMPUTOPIA 4月号

(該当項目を○で囲んで下さい)　**愛読者カード**

## 本号で興味をひかれた記事は?

1 トップ対談
2 ネオ・サイエンス—Xメトリクス
3 人間・社会を科学するコンピュータ
4 企業経営の科学とコンピュータ
5 座談会/コンピュータと新しい科学
6 科学・技術に格差はない
7 コンピュータ・アート・コンテスト
8 治水への挑戦
9 成功した会社
10 コンピュータ未来学
11 ビジネスマンの電子計算機
12 コンピュータの最前線
13 第3世代の企業
14 みんなの電子計算機

## この雑誌をお読みになったご感想は

1 期待どおりだった
2 期待はずれだった
3 も少し突っこんで欲しかった
4 読みやすかった
5 読みにくかった
6 その他

## あなたの購売新聞・

1 サンケイ新聞　2 朝日新聞　3 毎日新聞
4 読売新聞　5 日経新聞　6 その他

## あなたの購読雑誌名

週刊誌　　　月刊誌

## 本誌の入手方法は

1 個人購入　2 会社備品

〈個人購入の場合〉 1 書店で継続して　2 書店で時々　3 直接予約　4 会社出入りの書店で予約購入　5 その他

## 本誌の内容に対するご意見, ご希望は?

## 本号で一番興味を引かれた広告は?　ご意見, ご批判をお寄せ下さい。

通常払込料金加入者負担

各票の※印欄は払込人において記載して下さい。

# 払込通知票

| 口座番号 | ※ 東京 | 十 | 万 | 千 | 百 | 十 | 番 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 6 | 7 | 8 | 0 | 8 |

加入者名 ※ 東京都千代田区大手町1丁目3番地 コンピューター・エージ社

| 金額 | 億 | 千 | 百 | 十 | 万 | 千 | 百 | 十 | 円 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ※ | | | | | | | | | |

払込人住所氏名 ※

備考　　受付局日附印

文字は正確明りように、数字はアラビア数字を使ってお書き下さい。

（郵政省）

通常払込料金加入者負担

記載事項を訂正した場合は、その箇所に証印して下さい。

各票の記載事項に間違のないことをお確め下さい。

# 払込票

| 口座番号 | ※ 東京 | 十 | 万 | 千 | 百 | 十 | 番 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 6 | 7 | 8 | 0 | 8 |

加入者名 ※ 東京都千代田区大手町1丁目3番地 コンピューター・エージ社

| 金額 | 億 | 千 | 百 | 十 | 万 | 千 | 百 | 十 | 円 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ※ | | | | | | | | | |

払込人住所氏名 ※

| 料金 | 払込 | 特殊 |
|---|---|---|
| | | 円 |

備考　　受付局日附印

（郵政省）　局番号印

通　信　欄

## 註　文　書

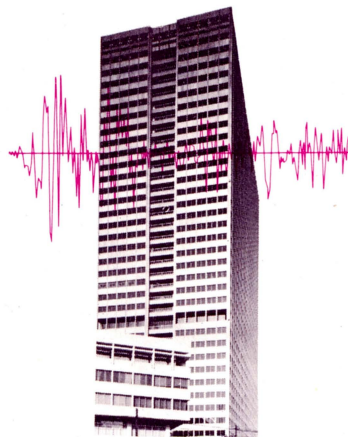
コンピュートピア購読代
1　カ　年　　¥ 4,560円
半　カ　年　　¥ 2,280円
年　月号より　月号まで

100万人のコンピュータ事典
B 6判　380頁　定価600円
申込部数　　部
〒　70円

この欄は「コンピューター・エージ社」宛の通信に御使用下さい。

■産業と暮らしに奉仕する■
**技術の日立**

# 関東大震災の3倍揺れても———安全です

## 超高層ビルの安全性を世界ではじめて証明した鹿島建設のHITAC(ハイタック)

地震国ニッポンにも、超高層ビル時代がやって来ました。地上36階の霞が関ビルは、その幕あけを告げる金字塔です。しかし、それにも増して重要なことは、日立の超大形電子計算機をフルに活用。高くてしなやかなビルほど揺れがすくなく、関東大震災の３倍以上の地震にもゆうに耐えられることを、世界ではじめて理論的に証明したことです。いわば、国産最大の日立電子計算機がはじめて、日本の超高層ビル時代を現実のものにしたのです。HITACの活躍は、安全性の追求にとどまりません。合理的な構造や工程の解明によって、建設コストも驚くほど節減しました。

これも、HITAC技術の一つの応用例にすぎません。そして、こうしたアプリケーションの積み重ねが一歩一歩、私たちをコンピュートピアへ近づけてゆくのです。

**HITAC**
**日立電子計算システム**

日立製作所
日立システムエンジニアリング㈱(HSE)

●お問い合わせは＝日立製作所・コンピュータ事業部システム営業部　東京都千代田区大手町2の8(日本ビル)電話・東京270－2111〈大代〉大阪・福岡・名古屋・札幌仙台・富山・広島・高松の各営業所または日立システムエンジニアリング㈱ 電話・東京279－5431〈大代〉へどうぞ
●日本電子計算機K.K.を通じてレンタル制を実施しております